

ÓBUDAI EGYETEM

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Anyagtudományi- és Gyártástechnológiai Intézet

Zömítés, redukálás

Technológia- és szerszámtervezés

Oktatási segédlet

Összeállította: dr. Horváth László
főiskolai docens

2009.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Zömítés fogalma, alkalmazási területe.....	3
2. Alakváltozásállapot jellemzése zömítésnél.....	5
3. Alaki jellemzők.....	6
3.1 Zömítési viszony.....	7
3.2 Átmérőviszony.....	9
3.3 Alakviszony.....	10
4. Előzömítő szerszám méreteinek meghatározása.....	11
4.1 Előzömítés egy lépésben.....	11
4.2 Előzömítés két lépésben.....	13
5. Zömítés erő-, munka- és teljesítményszükséglete.....	16
5.1 Hengeres fejalak.....	16
5.1.1 A zömítés fajlagos erőszükséglete.....	16
5.1.2 A zömítés munkaszükséglete.....	18
5.2 Hengerestől eltérő fejalak.....	22
5.2.1 A zömítés fajlagos erőszükséglete.....	22
5.2.2 A zömítés munkaszükséglete.....	24
6. Redukálás.....	24
7. Zömítés, redukálás technológia tervezés lépései.....	31
8. Hidegzömítő sajtók.....	37
8.1 Általános jellemzés.....	37
8.2 A zömítősajtók kiválasztási szempontjai.....	38
8.3 Hidegzömítő sajtók kinematikai vázlatai.....	39
8.3.1 Egynyomású hidegzömítő sajtó.....	39
8.3.1.1 Egynyomású, osztott matricájú hidegzömítő sajtó.....	39
8.3.1.2 Egynyomású, zárt matricájú hidegzömítő sajtó.....	42
8.3.2 Kétnyomású hidegzömítő sajtó.....	43
8.3.2.1 Kétnyomású, osztott matricájú hidegzömítő sajtó.....	43
8.3.2.2 Kétnyomású, zárt matricájú hidegzömítő sajtó.....	45
9. Hidegzömítés szerszámjai.....	47
9.1 Általános jellemzés.....	47
9.2 Levágóhüvely, levágókés.....	49
9.3 Matrica.....	50
9.3.1 Zárt matrica.....	50
9.3.2 Osztott matrica.....	54
9.4 Zömítőbélyeg.....	55
9.4.1 Készrezömítő bélyeg.....	55
9.4.2 Előzömítő bélyegek.....	56
9.4.2.1 Merev előzömítő bélyeg.....	57
9.4.2.2 Rugós előzömítő bélyeg.....	57
9.5 Kilökő.....	58

1. Zömítés fogalma, alkalmazási területe

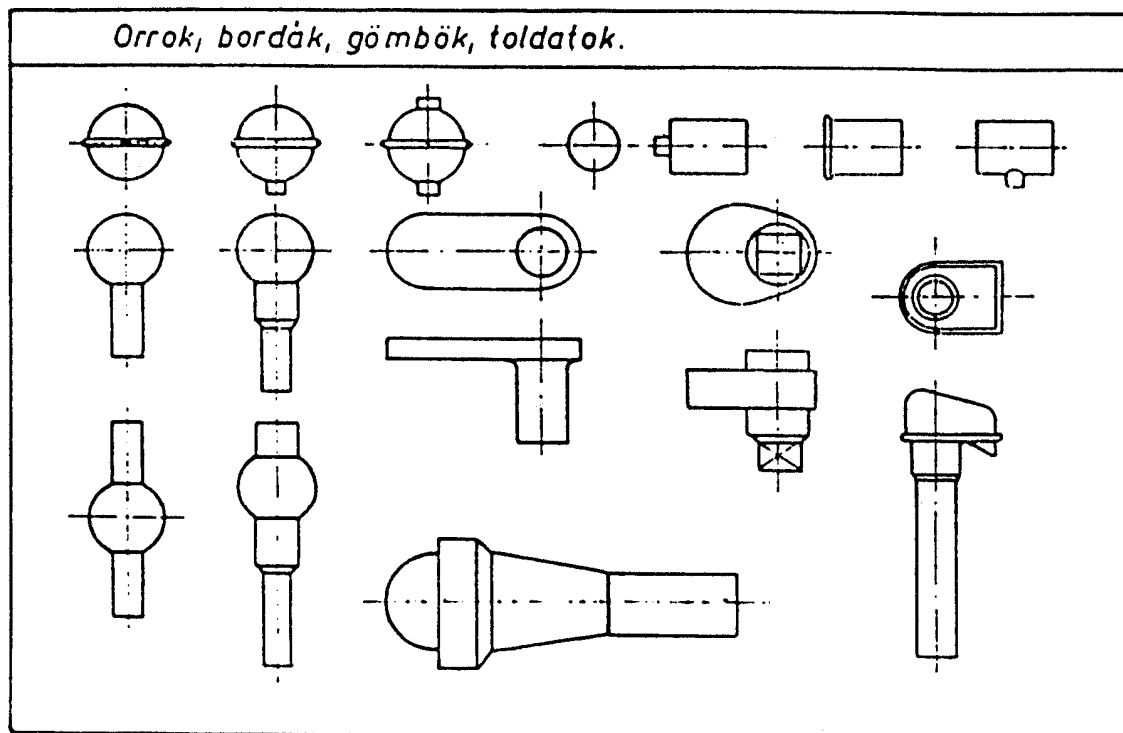
Zömítéssel huzal-, vagy rúdanyagból leválasztott előgyártmány teljes, vagy résztérfogatára kiterjedő keresztmetszet növeléssel lehet alkatrészeket gyártani.

Az előgyártmány leggyakrabban hengeres, néha más (pl. hatszög, négyzet) szelvényű hengerelt vagy húzott huzalból vagy rúdból kerül leválasztásra.

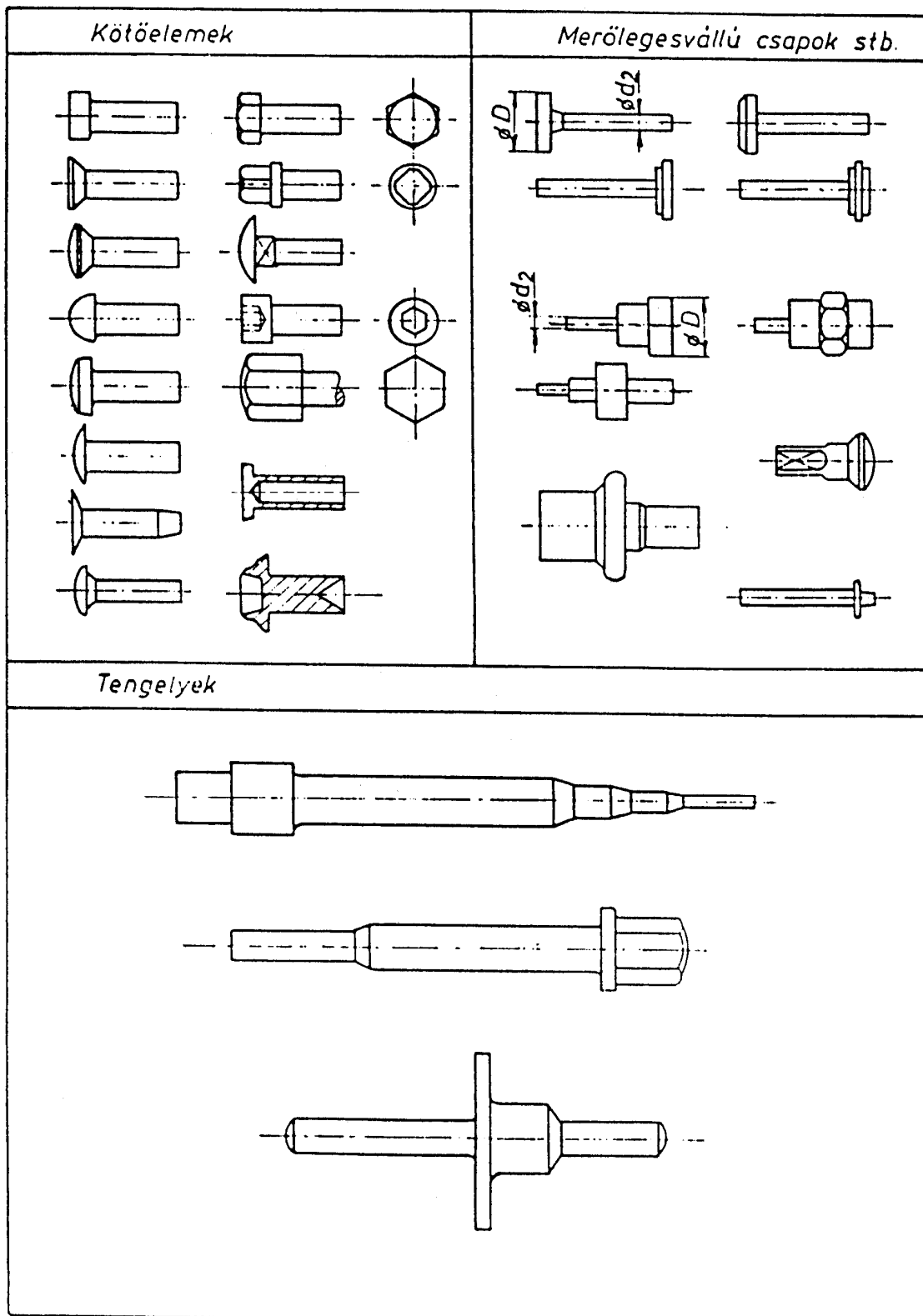
A hidegzömítés és a melegzömítés az iparban egyaránt elterjedt eljárás.

Jellegzetes felhasználási területei: (1.1/a. és 1.1/b ábra.)

- a teljes térfogat zömítésével gyártható: csavaranya, csapágygolyó, görgő, stb.
- résztérfogatra kiterjedő zömítéssel gyártható: fejes csap, különféle kötőelemek (pl. csavarok, szegecsek, szegek stb.)
- redukálással együtt alkalmazva: lépcsős tengely.



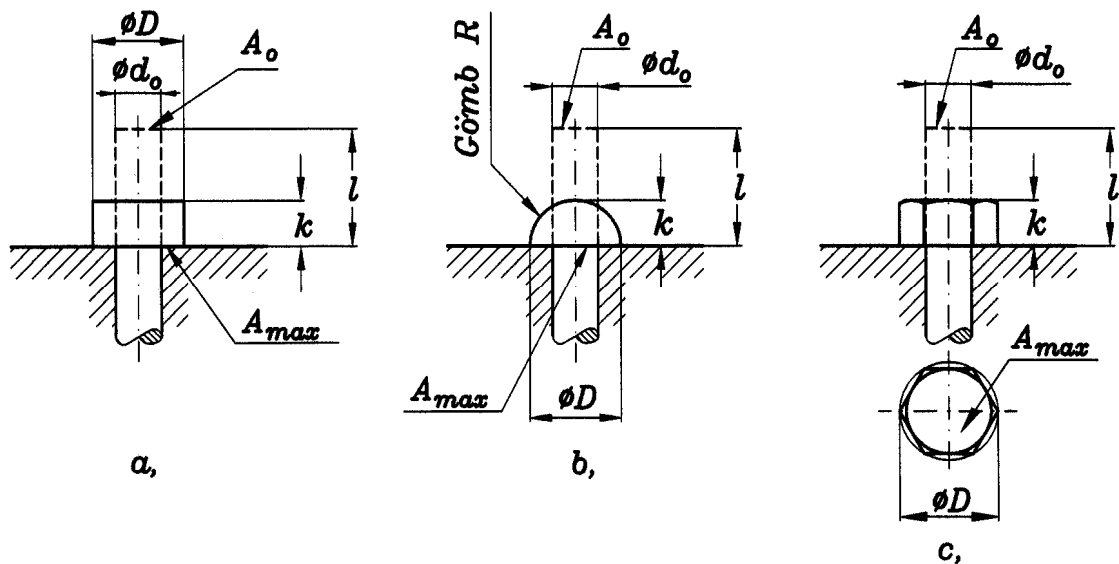
1.1/a. ábra.



1.1/b. ábra.

2. Alakváltozásállapot jellemzése zömítésnél

A képlékenyalakítással gyártott kötőelemeknél, fejes csapoknál a fejkialakítás az előgyártmány résztérfogatára kiterjedő zömítéssel történik. A d_o átmérőjű huzalból vagy rúdból leválasztott "L_o" hosszúságú előgyártmányból – a fejtérfogatból meghatározott – "l" hosszt a matrica előtt szabadon hagyunk. A 2.1 ábrán különböző fejalakok zömítéséhez tartozó elvi vázlatok láthatók.



2.1 ábra.

Hengeres fejalak (2.1/a ábra) készrezömítésekor létrejövő mérnöki nyúlás:

$$\varepsilon = \frac{k - l}{l} = \frac{k}{l} - 1$$

illetve összehasonlító alakváltozás:

$$\lambda_{\ddot{o}} = \ln \frac{l}{k} = 2 \cdot \ln \frac{D}{d_o}$$

amely a mérnöki nyúlással is kifejezhető:

$$\lambda_{\ddot{o}} = \ln \frac{1}{1 + \varepsilon}$$

Hengerestől eltérő fejalaknál (2.1/b és 2.1/c ábra) a mérnöki nyúlás ugyanacsak az:

$$\varepsilon = \frac{k - l}{l} = \frac{k}{l} - 1$$

összefüggéssel határozható meg.

A fej inhomogén alakváltozása miatt az $\ln(l/k)$ egy közepes összehasonlító alakváltozást jellemez:

$$\lambda_{\text{ö(köz)}} = \ln \frac{l}{k}$$

Az összehasonlító alakváltozás maximális értéke:

$$\lambda_{\text{ö(max)}} = 2 \cdot \ln \frac{D}{d_o}$$

ahol:

D – a forgástest alakú fej legnagyobb átmérőjét (2.1/b. ábra.), nem forgástest alakú fej esetén a zömítés irányára merőleges legnagyobb keresztmetszet köré írható kör átmérőjét jelöli (2.1/c ábra).

3. Alaki jellemzők

A zömítő technológiát úgy kell megtervezni, hogy

- a zömítendő rész zömítés közben ne hajoljon ki,
- repedés nélkül viselje el a kívánt mértékű alakváltozást,
- a szerszám felületén ébredő átlagos nyomás ne haladja meg a szerszámnyagra megengedett értéket.

Az alaki jellemzők a kész fej méreteiből és a kialakításához szükséges előgyártmány méreteiből határozhatók meg.

A megfogalmazott követelmények teljesítéséhez az alaki jellemzőknek ki kell elégíteniük az alábbi feltételeket:

Zömítési viszony:

$$S = \frac{l}{d_o} \leq \left(\frac{l}{d_o} \right)_{\text{meg}}$$

Átmérőviszony:

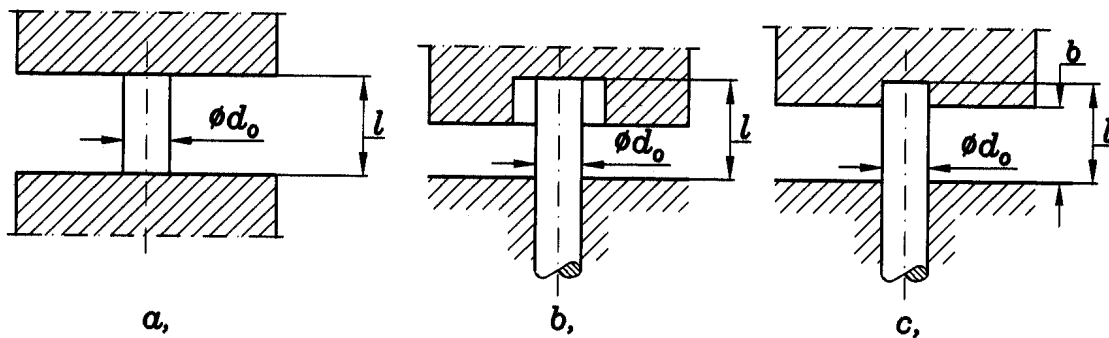
$$\frac{D}{d_o} \leq \left(\frac{D}{d_o} \right)_{\text{meg}}$$

Alakviszony:

$$\frac{D}{k} \leq \left(\frac{D}{k} \right)_{\text{meg}}$$

3.1 Zömítési viszony

A zömítési viszony a kihajlás veszélyről téjékoztat. A befogás módjától függ a megengedett értéke. Az alábbiakban közölt tapasztalati értékek a zömítendő anyag minőségétől, hőkezeltégi állapotától függetlenek, viszont a véglapok alakhibái a megengedett értékeket erősen befolyásolják. A ferdén levágott, torzult, tehát nem merőleges véglapok esetén kisebb értékek engedhetők meg.



3.1 ábra.

Teljes térfogat zömítések (3.1/a. ábra) a kihajlásveszély a legnagyobb. A zömítési viszony megengedett értéke:

$$\left(\frac{l}{d_o} \right)_{\text{meg}} = 2$$

Száras darabok zömítések a szárrész a zömítő matricába van befogva (3.1/b ábra). Ekkor kihajlásveszély kisebb, tehát:

$$\left(\frac{l}{d_o} \right)_{\text{meg}} = 2,3$$

Ha a zömítés során a **keresztmetszet növelést** a "d_o" átmérőjű **előgyártmány középső részén** kell létrehozni, akkor az egyik vége a zömítő matricában, a másik vége a fejezőben van befogva (3.1/c ábra).

A kihajlásveszély ekkor a legkisebb:

$$\left(\frac{b}{d_o} \right)_{\text{meg}} = 2,6$$

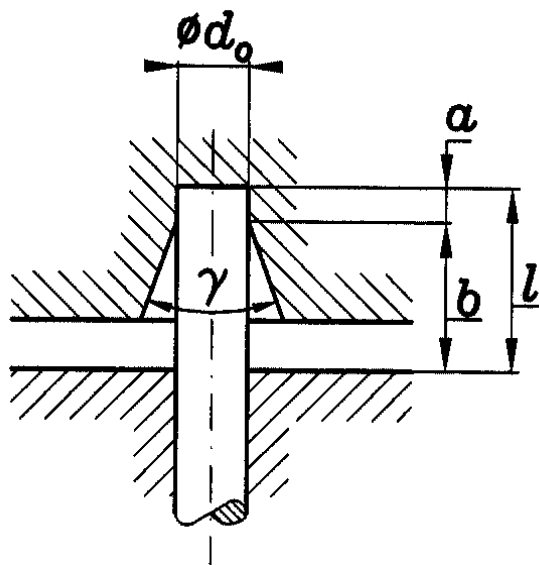
A matrica előtt szabadon maradó "l" hosszúság a zömítendő fej térfogatából határozható meg. Kis "d_o" szárátmérőjű és nagy fejtérfogatú darabok feje a –kihajlásveszély miatt – egy lépésben nem zömíthető készre.

Tehát ha:

$$\frac{l}{d_o} > 2,3$$

akkor a darab fejét – az l/d_o értékétől függően – egy elő- és egy készrezömítéssel, vagy két elő- és egy készrezömítéssel lehet elkészíteni.

Előzömítéskor, az előzömítő szerszám az "l" hosszúságból "a" méretű részt befog és a szabadon maradó "b" hosszt, csonkaképpá zömíti (3.2 ábra). Az "a" illetve a "b" méret a 3.1/b ábrán látható megfogási modellre érvényes, megengedett zömítési viszonyból határozható meg.



3.2 ábra.

Ilyen megfogásnál kihajlásveszély nincs, ha:

$$\frac{b}{d_o} \leq 2,6$$

amelyből:

$$b \leq 2,6 \cdot d_o$$

illetve:

$$a = l - b$$

A zömítési viszony értékétől függően a fej előzömítés nélkül gyártható, ha:

$$\frac{l}{d_o} \leq 2,3$$

egy elő- és egy készrezömítéssel gyártható, ha:

$$2,3 < \frac{l}{d_o} \leq 4,5$$

két elő- és egy készrezömítéssel gyártható, ha :

$$4,5 < \frac{l}{d_o} \leq 8$$

Szerszámkúpszög (3.2 ábra) – zömítési viszonytól függő – javasolt tapasztalati értékei:
ha:

$$\frac{l}{d_o} \leq 4,0 \quad \gamma = 15^\circ$$

ha:

$$4,0 < \frac{l}{d_o} \leq 5,0 \quad \gamma = 20^\circ$$

ha:

$$5,0 < \frac{l}{d_o} \leq 8,0 \quad \gamma = 25^\circ$$

3.2 Átmérőviszony

Az átmérőviszony – közvetetten – a fej zömítésekor megvalósított összehasonlító alakváltozást jellemzi. Az adott anyagminőségre megengedett átmérőviszony pedig a törésig elviselt összehasonlító alakváltozással hozható kapcsolatba.

Tehát a zömítési feladatnál számítható átmérőviszony és a zömítendő anyagminőséghez tartozó megengedett átmérőviszony ismeretében dönthető el, hogy elvégezhető a zömítés repedés nélkül, vagy sem.

A D/d_o megengedett értékeit a 3.1 táblázat tartalmazza.

Ha

$$\frac{D}{d_o} > \left(\frac{D}{d_o} \right)_{\text{meg}}$$

akkor több részalakítással végezhető el a zömítés, melyek közé lágyító hőkezelést kell iktatni.

3.3 Alakviszony

Az alakviszony megengedhető értékét a szerszám felületi terhelhetősége korlátozza. A zömítés befejező pillanatában a fajlagos erőszükséglet:

$$\bar{p} = k_f \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{D}{k} \right)$$

Az összefüggésből látható, hogy a szerszám felületére ható átlagos nyomás a zömítő művelet végén az anyag alakítási szilárdságán kívül elsősorban a D/k viszonytól függ. Kis keményedő képességű anyagnál nagyobb, nagy keményedő képességűnél kisebb alakviszony engedhető meg. Anyagcsoportonként megengedhető értékeit a 3.1 táblázat tartalmazza.

Ha a megvalósítandó fej alakviszonya túllépi a megengedett értéket, a darab hidegzömítéssel nem gyártható. Ekkor meg kell vizsgálni a melegzömítéssel történő gyártás lehetőségeit. Melegzömítésnél a zömítés fajlagos erőszükséglete, a szerszám felületi terhelése, az alakítási szilárdság kisebb értéke miatt, kisebb mint hidegzömítésnél.

Alaki jellemzők megengedett értékei:

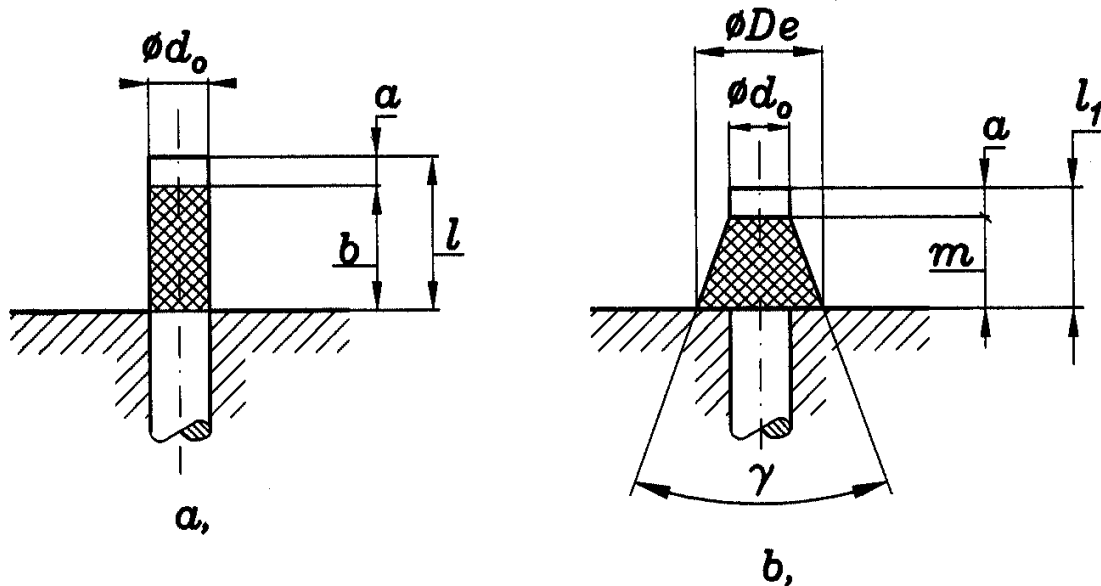
3.1 táblázat

Anyag	Megengedett zömítési viszony (l/d _o) _{meg}	Megengedett átmérőviszony (D/d _o) _{meg}	Megengedett alakviszony (D/k) _{meg}
Acél C>0,2%	megfogástól függően 2,0; 2,3 illetve 2,6	2,2	5,0
Acél C<0,2%, Alakítható Al ötvözet, Alakítható sárgaréz		2,7	7,0
Ötvözetlen Al, Cu		3,0	9,0

4. Előzőmítő szerszám méreteinek meghatározása

4.1 Előzőmítés egy lépésben

A 4.1 ábra az alakítandó huzalrészt és az előzőmítés utáni alakját, méreteit szemlélteti.



4.1 ábra.

Előzőmítési viszony:

$$S_e = \frac{b}{d_o} \leq 2,6$$

Határesetben:

$$b = 2,6 \cdot d_o$$

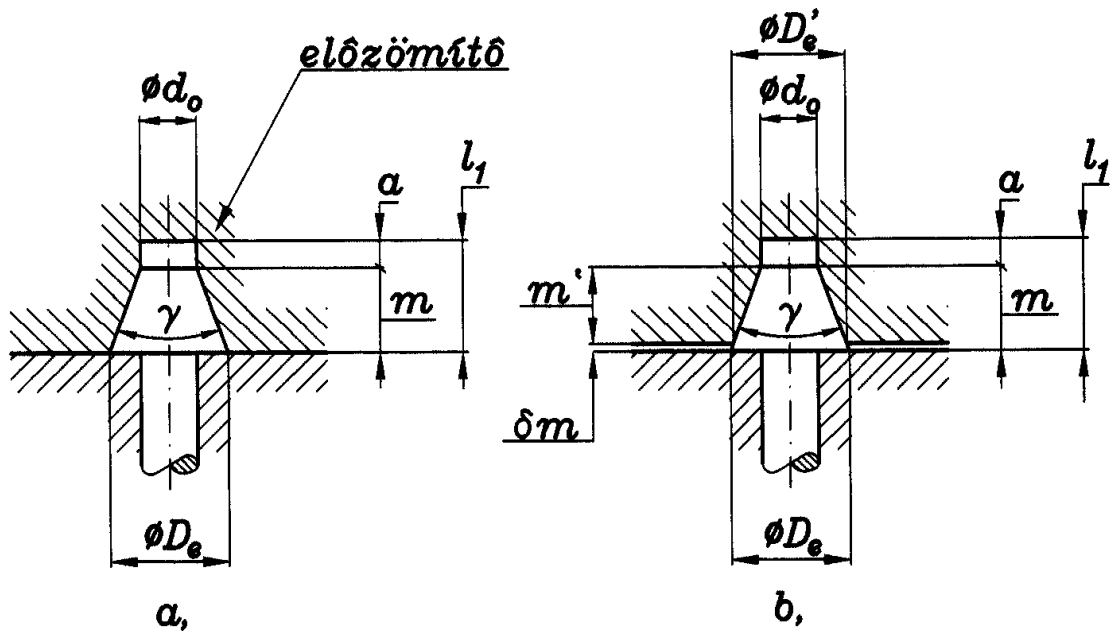
Az előzőmítő által befogandó hossz:

$$a = l - b = l - 2,6 \cdot d_o$$

A 4.2/a ábra "összecsengéssel", a 4.2/b ábra "összecsengés nélkül" dolgozó előzőmítő szerszám méreteit szemlélteti. Az utóbbi esetben a matrica és az előzőmítő homloklapfelülete nem találkozik. Az előzőmítő mellső holtponthelyzetében közöttük " δm " távolság marad, amelynek javasolt tapasztalati értéke:

$$\delta m = 0,1 \dots 0,35 \text{ [mm]}$$

Az előzőmítő szerszám ismeretlen méretei: m' és D_e'



4.2 ábra.

Térfogatállandóságot felírva a 4.1 ábrán kétirányban metszetvonalkázott térfogatokra:

$$d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (l-a) = \frac{m \cdot \pi}{12} \cdot (D_e^2 + D_e \cdot d_o + d_o^2)$$

ahol:

$$m = \frac{D_e - d_o}{2 \cdot \tan \frac{\gamma}{2}}$$

Helyettesítve "m" értékét a térfogatállandóságot leíró összefüggésbe:

$$d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (l-a) = \frac{D_e - d_o}{2 \cdot \tan \frac{\gamma}{2}} \cdot \frac{\pi}{12} \cdot (D_e^2 + D_e \cdot d_o + d_o^2)$$

majd "D_e" értékét kifejezve:

$$D_e = d_o \cdot \sqrt[3]{1 + \frac{6}{d_o} \cdot (l-a) \cdot \tan \frac{\gamma}{2}}$$

Ha összecsengés nem engedhető meg, az előzömítő D_e' és m' méretei a következő összefüggésekkel határozhatók meg:

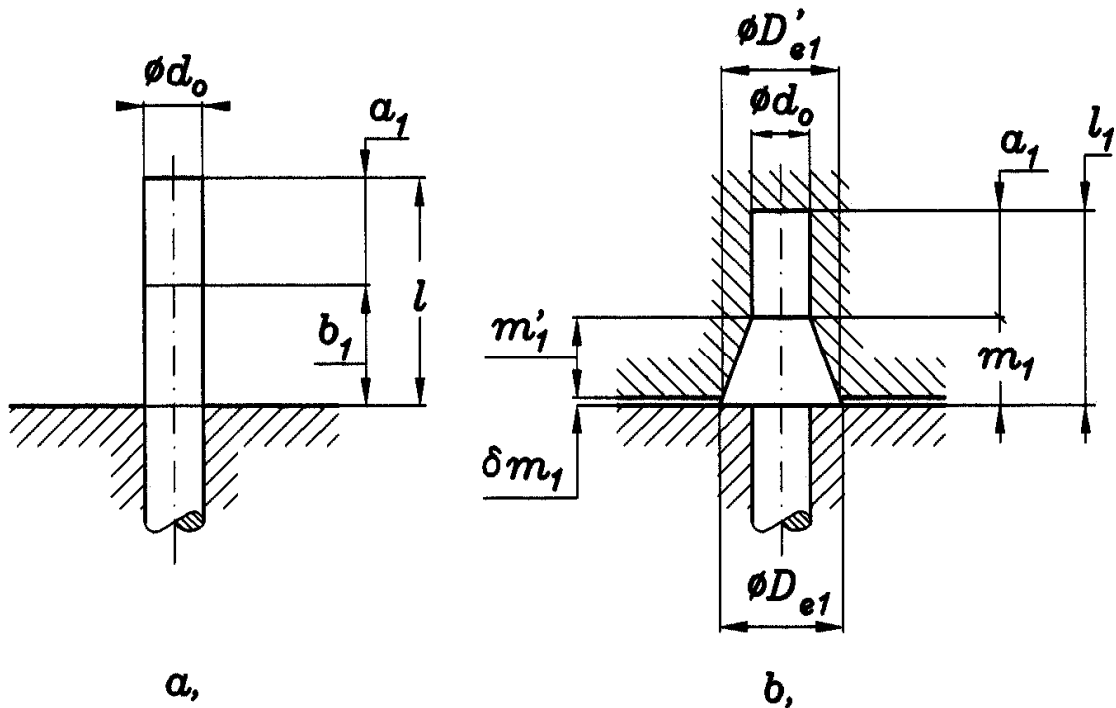
$$\tan \frac{\gamma}{2} = \frac{D_e - D'_e}{2 \cdot \delta m}$$

$$D_e' = D_e - 2 \cdot \delta m \cdot \tan \frac{\gamma}{2}$$

$$m' = m - \delta m$$

4.2 Előzömítés két lépésben

Az alakítandó huzalrészt és az első előzömítő szerszám méreteit a 4.3 ábra szemlélteti.



4.3 ábra.

Ha a $4,5 < l/d < 8$ feltétel teljesül, a fej két elő- és egy készzömítéssel gyártható.

Az első és második előzömítésnél a δm_1 és δm_2 javasolt értéke:

$$\delta m_1 = \delta m_2 = 0,1 \dots 0,35$$

Az első fokozat méreteit a 3.1 pontban megismertek szerint határozhatjuk meg.

$$a_1 = l - 2,6 \cdot d_o$$

$$m_1 = \frac{D_{e1} - d_o}{2 \cdot \tan \frac{\gamma}{2}}$$

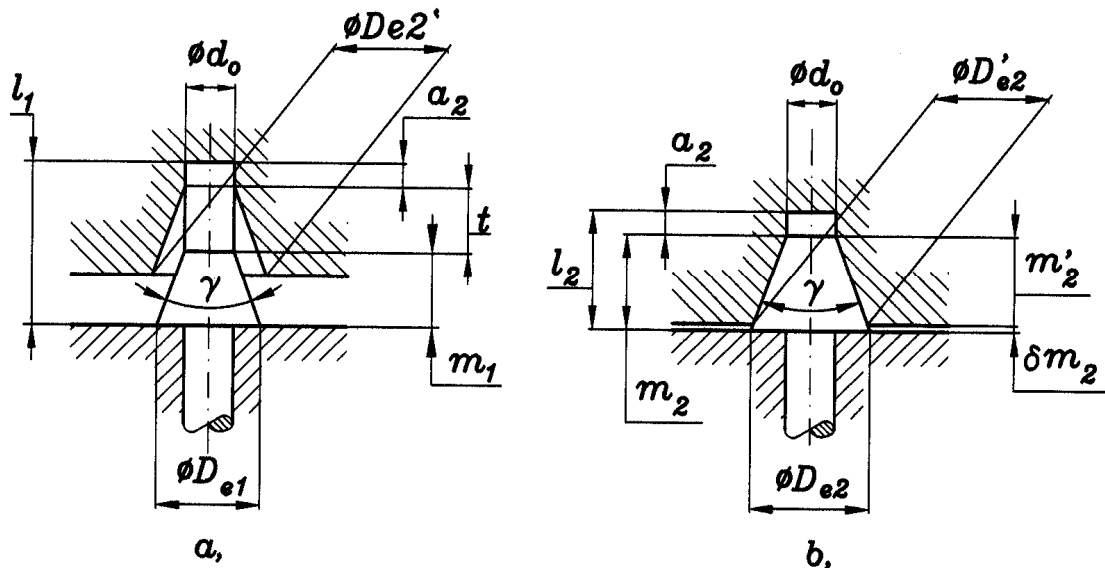
$$D_{e1} = d_o \cdot \sqrt[3]{1 + \frac{6}{d_o} \cdot (l - a) \cdot \tan \frac{\gamma}{2}}$$

$$D_{e1}' = D_{e1} - 2 \cdot \delta m_1 \cdot \tan \frac{\gamma}{2}$$

$$m'_1 = m_1 - \delta m_1$$

$$l_1 = a_1 + m_1$$

Az első fokozatban megvalósított geometriát és a második fokozat szerszámméreteit a 4.4 ábra szemlélteti.



4.4 ábra.

A második fokozatban az előzőmítővel az " l_1 " -ből olyan " a_2 " méretet kell befogni, hogy a zömítendő hossz max. $2,6 d_o$ legyen.

$$a_2 = l_1 - 2,6 \cdot d_o$$

A második fokozatban megvalósítandó csonkakúp térfogata az első fokozatban elkészült csonkakúp térfogatából és a " d_o " átmérőjű és " t " magasságú henger térfogatából alakul ki.

$$t = l_1 - (a_2 + m_1) = 2,6 \cdot d_o - m_1$$

A térfogatállandóságot felírva:

$$V_{\text{csk2}} = V_{\text{csk1}} + V_t$$

ahol:

a második fokozatban megvalósítandó csonkakúp térfogata:

$$V_{\text{csk2}} = \frac{m_2 \cdot \pi}{12} \cdot (D_{e2}^2 + D_{e2} \cdot d_o + d_o^2)$$

a "d_o" átmérőjű és "t" magasságú henger térfogata:

$$V_t = d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot t$$

az első fokozatban elkészült csonkakúp térfogata:

$$V_{\text{csk1}} = \frac{m_1 \cdot \pi}{12} \cdot (D_{e1}^2 + D_{e1} \cdot d_o + d_o^2)$$

a második fokozatban megvalósított csonkakúp magassága:

$$m_2 = \frac{D_{e2} - d_o}{2 \cdot \tan \frac{\gamma}{2}}$$

$$d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot t + \frac{m_1 \cdot \pi}{12} \cdot (D_{e1}^2 + D_{e1} \cdot d_o + d_o^2) = \frac{m_2 \cdot \pi}{12} \cdot (D_{e2}^2 + D_{e2} \cdot d_o + d_o^2)$$

"m₂" értékét helyettesítve, majd "D_{e2}" értékét kifejezve:

$$D_{e2} = \sqrt[3]{\frac{24}{\pi} \cdot V_{\text{csk2}} \cdot \tan \frac{\gamma}{2} + d_o^3}$$

A második előzőmítő szerszám D_{e2}' és m₂' méretei:

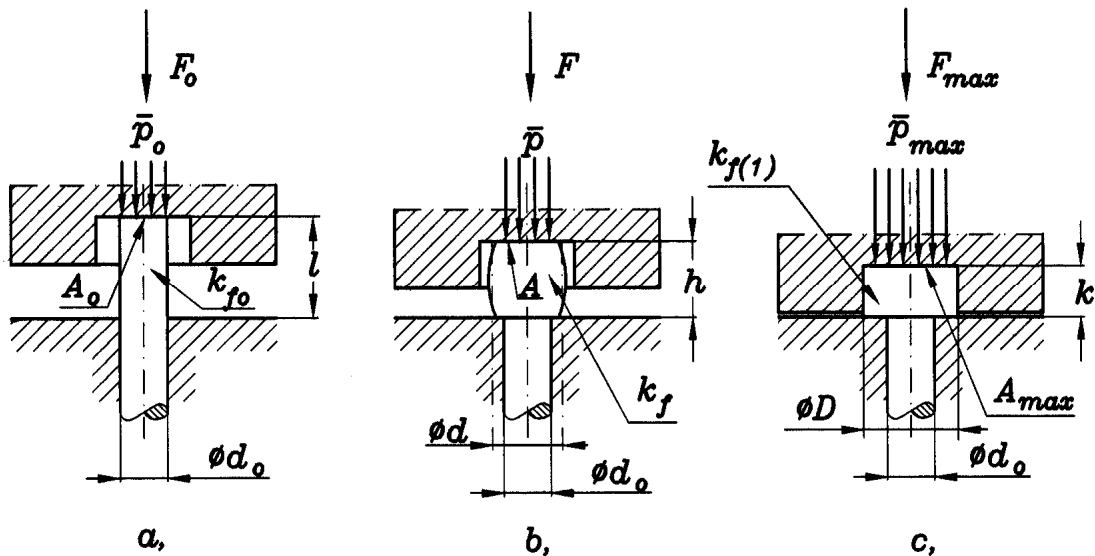
$$D_{e2}' = D_{e2} - 2 \cdot \delta m_2 \cdot \tan \frac{\gamma}{2}$$

$$m_2' = m_2 - \delta m_2$$

$$l_2 = a_2 + m_2$$

5. Zömítés erő-, munka- és teljesítményszükséglete

5.1 Hengeres fejalak (5.1 ábra)



5.1 ábra.

5.1.1 A zömítés fajlagos erőszükséglete

Hengeres fejalak zömítésénél, az alakítás fajlagos erőszükséglete a pillanatnyi "h" fejmagasság függvényében (levezetését lásd: [2]-ben):

$$\bar{p}(h) = k_f(h) \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d(h)}{h} \right)$$

ahol:

$$k_f(h) = c \cdot \lambda_{\ddot{o}}(h)^n$$

$$\lambda_{\ddot{o}}(h) = \ln \frac{l}{h}$$

a "h" magassághoz tartozó középátmérő a térfogatállandóságból:

$$d(h) = d_o \cdot \sqrt{\frac{l}{h}}$$

Fajlagos alakítóerőnek azt a felületegységre eső erőt tekintjük, amelyet az alakítást végző szerszámnak az alakításirányában a munkadarab szerszámmal érintkező felületén létre kell hozni, hogy az adott mértékű alakváltozás (magasságcsökkenés) létrejöjjön.

A fentiek alapján a zömítési út három pontjában a fajlagos alakítóerő és a zömítőerő:

a/ A zömítés kezdetén: (5.1/a. ábra)

$$\bar{p}_o = k_{fo} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_o}{l} \right)$$

$$F_o = \bar{p}_o \cdot A_o$$

$$A_o = d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

b/ A zömítés egy közbenső állapotában: (5.1/b. ábra)

$$\bar{p}(h) = c \cdot \left(\ln \frac{l}{h} \right)^n \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d(h)}{h} \right)$$

ahol:

$$d(h) = d_o \cdot \sqrt{\frac{l}{h}}$$

A zömítőerő:

$$F(h) = \bar{p}(h) \cdot A(h)$$

ahol:

$$A(h) = d(h)^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

c/ A zömítés befejezésekor: (5.1/c ábra)

$$\bar{p}_{max} = c \cdot \left(\ln \frac{l}{k} \right)^n \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{D}{k} \right)$$

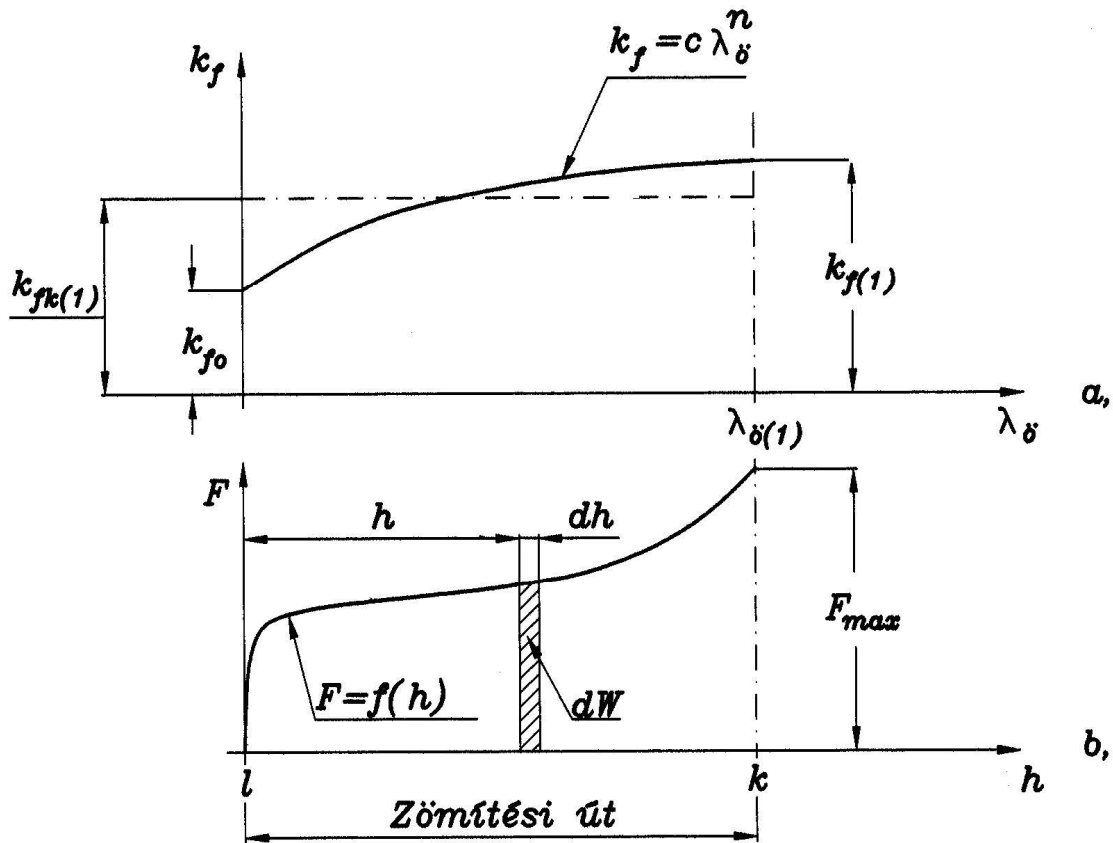
A zömítőerő:

$$F_{max} = \bar{p}_{max} \cdot A_{max}$$

ahol:

$$A_{max} = D^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

Hengeres fejalak esetén, a fej alakítási szilárdságának változását az összehasonlító alakváltozás függvényében az 5.2/a ábra szemlélteti. Az alakítóerő változása a "Δh" magasságcsökkenés (zömítési út) függvényében az 5.2/b ábrán látható.



5.2 ábra.

5.1.2 A zömítés munkaszükséglete

A munkaszükséglet (levezetését lásd: [2]-ben), az erő-út diagram alatti területtel arányos (5.2/b ábra).

$$dW = -F(h) \cdot dh$$

$$W = - \int_l^k F(h) \cdot dh$$

ahol:

$$F(h) = \bar{p}(h) \cdot A(h) = c \cdot \left(\ln \frac{l}{h} \right)^n \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_o \cdot \sqrt{l}}{h} \right) \cdot A_o \cdot \frac{l}{h}$$

Az "n" keményedési kitevő tört értéke miatt, az integrálás zárt alakban nem végezhető el. Ezért az alakítási szilárdságot a zömítési úthoz tartozó közepes alakítási szilárdsággal figyelembe véve, az F(h) függvény a következő formában írható:

$$F(h) = \bar{p}(h) \cdot A(h) = k_{fk} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_o \cdot \sqrt{l}}{h} \right) \cdot A_o \cdot \frac{l}{h}$$

Rendezve:

$$F(h) = k_{fk} \cdot \left(\frac{1}{h} + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_o \cdot \sqrt{l}}{h^2} \right) \cdot V_o$$

ahol:

$$V_o = d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot l = A_o \cdot l$$

ezért:

$$W = -k_{fk} \cdot V_o \cdot \int_l^k \left(\frac{1}{h} + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_o \cdot \sqrt{l}}{h^2} \right) \cdot dh$$

Az integrálást elvégezve, a zömített térfogat alakításának munkaszükséglete:

$$W = k_{fk} \cdot V_o \cdot \left[\ln \frac{l}{k} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_o}{l} \cdot \left(\left(\frac{l}{k} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right) \right]$$

vagy az összehasonlító alakváltozással kifejezve:

$$W = k_{fk} \cdot V_o \cdot \left[\lambda_{\ddot{o}} + \frac{2}{9} \cdot \mu \cdot \frac{d_o}{l} \cdot \left(\left(\frac{l}{k} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right) \right]$$

ahol:

$$k_{fk} = \frac{c}{n+1} \cdot \left(\ln \frac{l}{k} \right)^n$$

A térfogategységben elnyelt munka:

$$w = \frac{W}{V_o} = k_{fk} \cdot \lambda_{\ddot{o}} + k_{fk} \cdot \frac{2}{9} \cdot \mu \cdot \frac{d_o}{l} \cdot \left(\left(\frac{l}{k} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right)$$

amely az ideális munkaszükségletből:

$$w_{id} = k_{fk} \cdot \lambda_{\ddot{o}}$$

és a súrlódás okozta fajlagos munkamennyiségből tevődik össze:

$$w_{\text{veszt}} = k_{\text{fk}} \cdot \frac{2}{9} \cdot \mu \cdot \frac{d_o}{l} \cdot \left(\left(\frac{l}{k} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right)$$

Az alakítás hatásfoka:

$$\eta_{\text{al}} = \frac{w_{\text{id}}}{w}$$

Helyettesítve és rendezve:

$$\eta_{\text{al}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\lambda_{\ddot{o}}} \cdot \frac{2}{9} \cdot \mu \cdot \frac{d_o}{l} \cdot \left(\left(\frac{l}{k} \right)^{\frac{3}{2}} - 1 \right)}$$

Az alakítási hatásfok közelítő értéke az alakítás fajlagos erőszükségletével is felírható:

$$\bar{p}(h) = k_{\text{fk}}(h) \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d(h)}{h} \right)$$

$$\bar{p}(h) = k_{\text{fk}}(h) + k_{\text{fk}}(h) \cdot \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d(h)}{h}$$

$$\bar{p}_{\text{id}}(h) = k_{\text{fk}}(h)$$

$$\bar{p}(h) = \bar{p}_{\text{id}}(h) + \bar{p}_{\text{veszt}}(h)$$

$$\eta_{\text{al}}(h) = \frac{\bar{p}_{\text{id}}(h)}{\bar{p}(h)} = \frac{1}{1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d(h)}{h}}$$

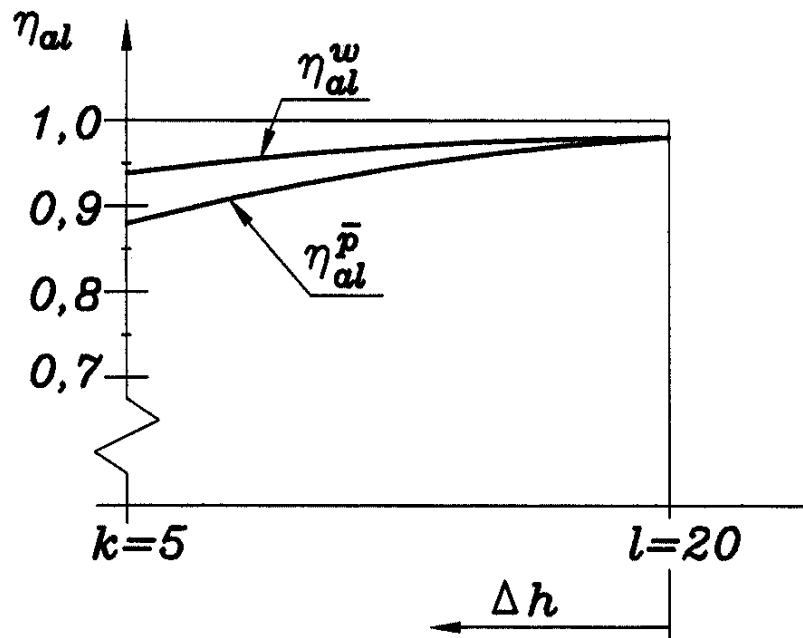
Az alakítási munkával és az alakítás fajlagos erőszükségletével felírt hatásfok képlet közel azonosan írja le az alakítási hatásfok változását az alakítási út függvényében.

A 5.1 táblázat adatai és a 5.3 ábra, egy $d_o = 10$ [mm] átmérőjű és $l = 20$ [mm] kiindulási magasságú hengeres próbatest $k = 5$ [mm] magasságra zömítésekor számított hatásfok értékeket szemlélteti.

5.1 táblázat.

Δh	η_{al}^w	η_{al}^p
0,1	0,9835	0,9834
10	0,9715	0,9549
15	0,9438	0,8823

A táblázatból látható, hogy $\Delta h = 15$ [mm] zömítési úthoz számított hatásfok értékek között mindössze 6 % különbség van. Az egyszerűbb kezelhetősége miatt az alakítás fajlagos erőszükségletével felírt hatásfok képletet célszerű alkalmazni.



5.3 ábra.

A zömítés teljesítményszükséglete az időegységre eső alakítások számának ismeretében – amelyet a választott alakítógép percnkénti löketszáma határoz meg – számítható. A percnkénti löketszámot "i" -vel jelölve a zömítés teljesítményszükséglete:

$$P_{al} = \frac{W}{i} \cdot 60$$

villamos motor teljesítményszükséglete:

$$P_{mot} = \frac{P_{al}}{\eta_{gép}}$$

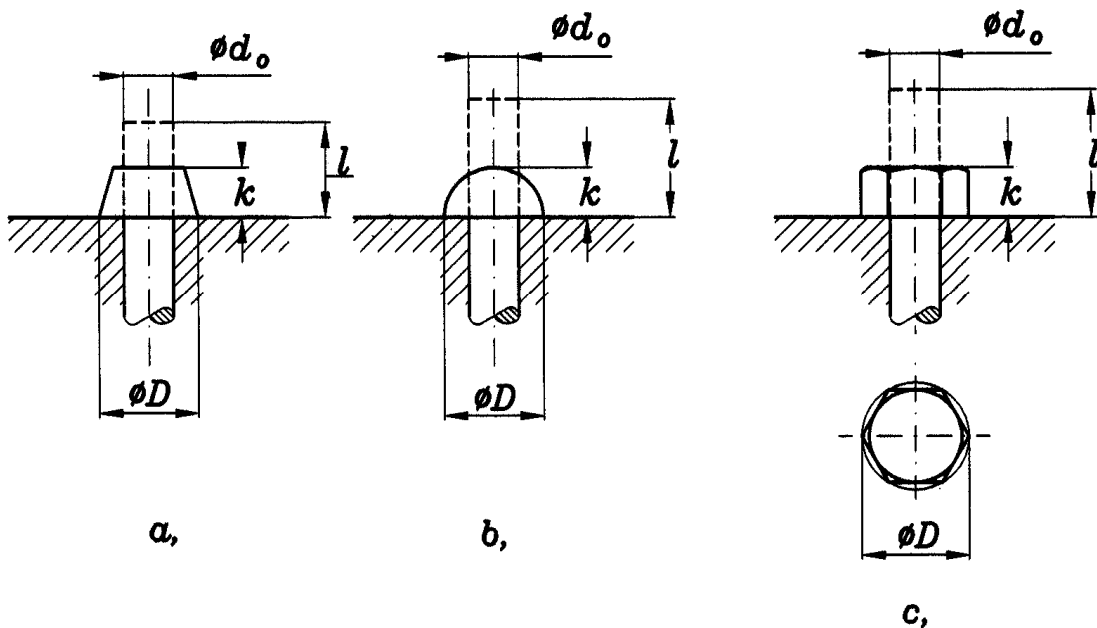
ahol: $\eta_{gép}$ - a gép hatásfoka

5.2 Hengerestől eltérő fejalak (5.4 ábra)

5.2.1 A zömítés fajlagos erőszükséglete

A hengeres fej zömítésére felírt:

$$\bar{p} = k_{fk} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d}{h} \right)$$



5.4 ábra.

fajlagos alakítóerő összefüggésben a " d/h " érték kifejezhető az " ϵ " fajlagos hosszváltozás és az " S " zömítési viszony segítségével. Előnye, hogy " ϵ " és " S " valamennyi fejalak esetén értelmezhető, így a hengeres fejalaknál megismert fajlagos erő számítására felírt összefüggés más fejalakra is alkalmazhatóvá válik.

A zömített térfogatra felírt térfogatállandóság:

$$d_o^2 \cdot l = d^2 \cdot h$$

a zömítési viszony:

$$S = \frac{l}{d_o}$$

amelyből:

$$d_o^2 = \frac{l^2}{S^2}$$

Helyettesítve a térfogatállandóságra felírt összefüggésbe, majd rendezés után írható:

$$\frac{1}{S^2} \cdot \frac{l^3}{h^3} = \frac{d^2}{h^2}$$

Figyelembe véve:

$$\frac{l}{h} = \frac{1}{1 + \varepsilon}$$

$$\frac{d}{h} = \frac{1}{S} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1 + \varepsilon}\right)^3}$$

A helyettesítéseket elvégezve a hengeres fejalak fajlagos erőszükségletébe:

$$\bar{p} = k_f \cdot \left[1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{1}{S} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1 + \varepsilon}\right)^3} \right]$$

A technológiai paraméterek számításánál rendszerint a \bar{p}_{max} erőmaximumot kell meghatározni, a szerszám szilárdsági méretezéséhez és a gépkiválasztáshoz. "ε" és "S" értékét a kész fejalak, vagy ha előzőmítés is van, az előzőmített alak méreteiből lehet számítani.

Az összefüggésben szereplő alakítási szilárdság a következő megfontolás alapján határozható meg. Hengeres fejalaknál a fej deformáció eloszlása jó közelítéssel homogénnek tekinthető. Hengerestől eltérő fejalaknál az inhomogén alakváltozás következtében az alakítási szilárdság pontról-pontra jelentősen változik.

Ekkor az összehasonlító alakváltozás maximuma és az ehhez tartozó alakítási szilárdság, illetve a fej közepes alakítási szilárdsága a következő összefüggésekkel számítható.

$$\lambda_{\ddot{o}(max)} = 2 \cdot \ln \frac{D}{d_o}$$

$$k_{f(max)} = c \cdot \lambda_{\ddot{o}(max)}^n$$

$$k_{fk} = \frac{1}{n+1} \cdot k_{f(max)}$$

Tehát a fej készrezömítésének fajlagos erőszükséglete:

$$\bar{p}_{max} = k_{f(max)} \cdot \left[1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{1}{S} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1 + \varepsilon_{max}} \right)^3} \right]$$

ahol:

$$S = \frac{l}{d_o}$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{k}{l} - 1$$

5.2.2 A zömítés munkaszükséglete

Az alakítás hatásfoka a fej készrezömítésekor:

$$\eta_{al(h=k)} = \frac{1}{1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{1}{S} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1 + \varepsilon_{max}} \right)^3}}$$

A térfogategységben elnyelt fajlagos ideális munka:

$$w_{id} = k_{fk(max)} \cdot \lambda_{\ddot{o}(max)}$$

A térfogategységben elnyelt fajlagos munka:

$$w = \frac{w_{id}}{\eta_{al}}$$

A zömített térfogatban elnyelt teljes munka:

$$W = V \cdot w$$

ahol:

$$V = A_o \cdot l$$

A teljesítményszükséglet meghatározása a hengeres fejalaknál megismertek szerint történik.

A fenti gondolatmenettel az előzömítés munka- és teljesítményszükséglete is meghatározható.

6. Redukálás

A redukálást a zömítéssel gyakran egy műveletben végzik. Például a kötőelem gyártásban, amikor a menetet képlékeny alakítással (mángorlás, hengerlés) készítik. Ekkor a kötőelem szárátmérőjét a menetes résznek megfelelő hosszon, a menet középtátmérőjére kell gyártani.

A fejező szerszám előremozgása közben tolja be a huzaldarabot a matricába (6.1 ábra). Amikor a huzalvég eléri a matrica redukáló kúpját, elkezdődik a szárátmérő csökkentése, vagyis a redukálás. Ez mindaddig folytatódik, amíg a redukált huzalrész vége el nem éri a kilököőt. Amikor felütközött, elkezdődik az anyag matricán kívüli részének zömítése, amely a fejező mellső holtponthelyzetében fejeződik be. A munkadarabot a kilököő távolítja el a matricából.

Redukálásnál az átmérő csökkentés mértékét az alábbi két feltétel közül a szigorúbb korlátot állító határozza meg:

- A redukálás során, a redukálás fajlagos erőszükséglete (\bar{p}_r) nem érheti el az előgyártmány alakítási szilárdságát (k_{fo}), vagyis a darab zömülése nem következhet be az áttoló erő hatására.

$$\bar{p}_r < k_{fo}$$

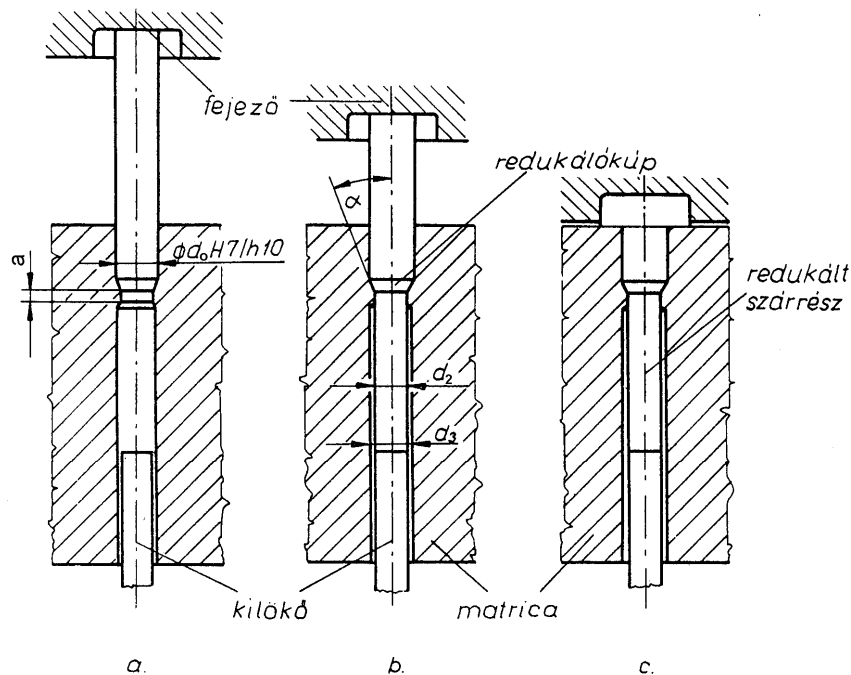
- A darab betolásához szükséges redukálóerő nem okozhat kihajlást a darabon.

$$F_r < F_t$$

ahol:

F_r - a redukálás erőszükséglete,

F_t - a kihajlást okozó erő.



6.1 ábra.

A zömülési feltétel ellenőrzése

A redukálás fajlagos erőszükséglete a kúpos üregben végzett alakításra levezetett összefüggéssel számítható (Siebel-formula, levezetését lásd: [2]-ben).

$$\bar{p}_r = k_{fk} \cdot \lambda_{\ddot{o}} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\hat{\alpha}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\hat{\alpha}}{\lambda_{\ddot{o}}} \right)$$

$$\lambda_{\ddot{o}} = 2 \cdot \ln \frac{d_o}{d_2}$$

$$k_{fk} = \frac{c}{n+1} \cdot \lambda_{\ddot{o}}^n$$

ahol:

$\hat{\alpha}$ - a redukáló gyűrű félkúpszöge radiánban,

μ - Coulomb-féle súrlódási tényező a redukáló gyűrű és a munkadarab között,

d_o - a redukálandó átmérő,

d_2 - a redukált átmérő,

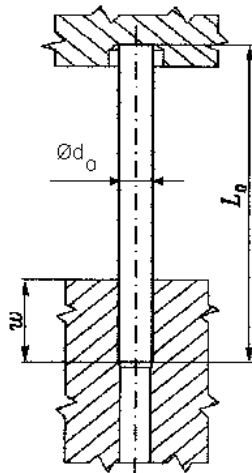
k_{fk} - a redukáló csonkakúpban lévő anyag közepes alakítási szilárdsága.

Tehát a zömülési feltétel teljesül, ha:

$$\frac{c}{n+1} \cdot \lambda_{\ddot{o}}^{n+1} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\hat{\alpha}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\hat{\alpha}}{\lambda_{\ddot{o}}} \right) \leq k_{fo}$$

A kihajlás feltétel ellenőrzése

Az előgyártmány helyzetét a redukálás megkezdése előtt a 6.2 ábra szemlélteti:



6.2 ábra

A 6.2 ábra jelölései:

- L_0 – az előgyártmány darabolási hossza,
- d_0 - az előgyártmány átmérője,
- w - az előgyártmány matricában befogott hossza,

A fejezőnek F_r erőt kell kifejteni az előgyártmány végére, hogy a redukálás folyamata elindítható és folyamatosan fenntartható legyen. Az ábrán látható elrendezésben az előgyártmányt axiális irányban F_r erővel nyomott rúdnak tekinthető.

A redukálás biztonságos elvégzése érdekében ellenőrizni kell az alábbi feltétel teljesülését:

$$F_r < F_t$$

mely szerint a redukálás erőszükséglete (F_r) legyen kisebb a kihajlást okozó úgynevezett törőerőnél (F_t).

A redukálás erőszükséglete:

$$F_r = \bar{p}_r \cdot A_o = k_{fk} \cdot \lambda_{\ddot{o}} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\bar{\alpha}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\bar{\alpha}}{\lambda_{\ddot{o}}} \right) \cdot d_o^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

összefüggéssel határozható meg.

A kihajlást okozó törőerőt (F_t) a rúd (előgyártmány) karcsúságának (κ) függvényében vagy az Euler

$$F_t^{(E)}(\kappa) = \sigma_t^{(E)}(\kappa) \cdot A_o$$

vagy a Tetmayer

$$F_t^{(T)}(\kappa) = \sigma_t^{(T)}(\kappa) \cdot A_o$$

összefüggéssel számítjuk, ahol:

A_o – az előgyártmány keresztmetszete,

$\sigma_t^{(E)}(\kappa)$ - az Euler szerinti törőfeszültség rugalmas kihajlásnál a karcsúság függvényében,

$\sigma_t^{(T)}(\kappa)$ - az Tetmayer szerinti törőfeszültség rugalmas-képlékeny kihajlásnál a karcsúság függvényében.

A kihajlást okozó törőfeszültség (σ_t) változását a rúd (előgyártmány) karcsúságának (κ) függvényében a 6.3 ábra szemlélteti.

Az ábrán látható, hogy κ_e értéke rugalmas, illetve rugalmas-képlékeny tartományra bontja a kihajlási határfeszültség (törőfeszültség) számítását.

A $\kappa \geq \kappa_e$ tartományban (rugalmas kihajlás) a határfeszültséget az Euler-összefüggéssel,

a $0 \leq \kappa \leq \kappa_e$ tartományban (rugalmas-képlékeny kihajlás) a Tetmayer összefüggéssel számítjuk.

Az Euler-hiperbola egyenlete:

$$\sigma_t^{(E)}(\kappa) = \frac{\pi^2 \cdot E}{\kappa^2}$$

A Tetmayer-egyenes egyenlete:

$$\sigma_t^{(T)}(\kappa) = \sigma_F + \frac{\sigma_e - \sigma_F}{\kappa_e} \cdot \kappa$$

ahol:

E – a rúd (előgyártmány) anyagának rugalmassági modulusa ($E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$)

κ - a rúd karcsúsága

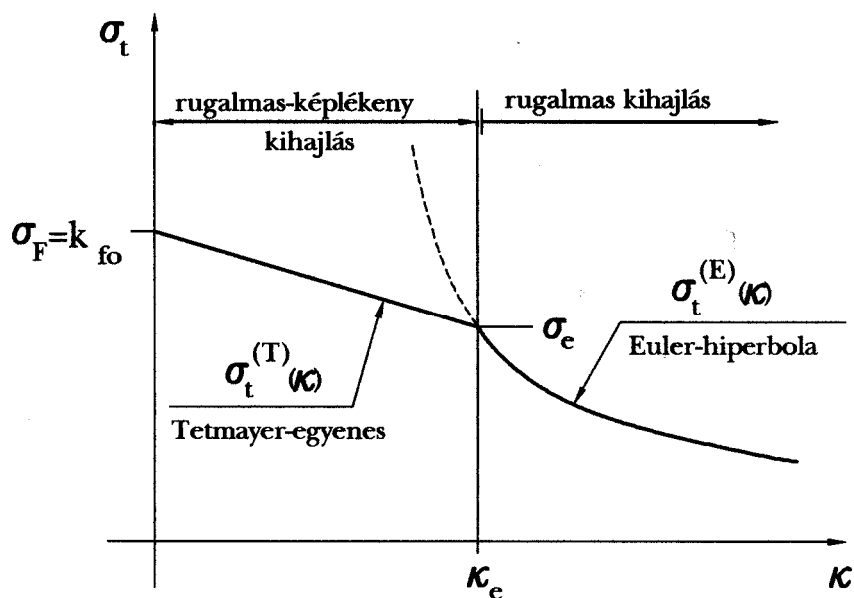
σ_F – a rúd anyagának folyáshatára (teljesen kilagyított előgyártmány esetén azonos a k_{f0} -al)

κ_e – a rugalmas kihajlás kezdetéhez tartozó karcsúság (lágycélokra $\kappa_e \approx 86 \dots 118$)

σ_e – a κ_e értékéhez tartozó Euler-féle határfeszültség, amely a

$$\sigma_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\kappa_e^2}$$

összefüggéssel határozható meg.



6.3 ábra

A rúd (előgyártmány) karcsúságát a:

$$\kappa = \sqrt{\frac{A_0 \cdot l_0^2}{I_2}}$$

összefüggéssel számítjuk, ahol:

A_0 – a rúd keresztmetszete,

l_0 – a kihajló hosszúság (a rúd kihajlott alakjában az inflexiók pontok távolsága)

I_2 – a rúd keresztmetszetének legkisebb (2-es fő tengelyre számított) másodrendű nyomatéka.

A d_o átmérőjű rúd esetén a keresztmetszet másodrendű nyomatéka:

$$I_2 = \frac{d_o^4 \cdot \pi}{64}$$

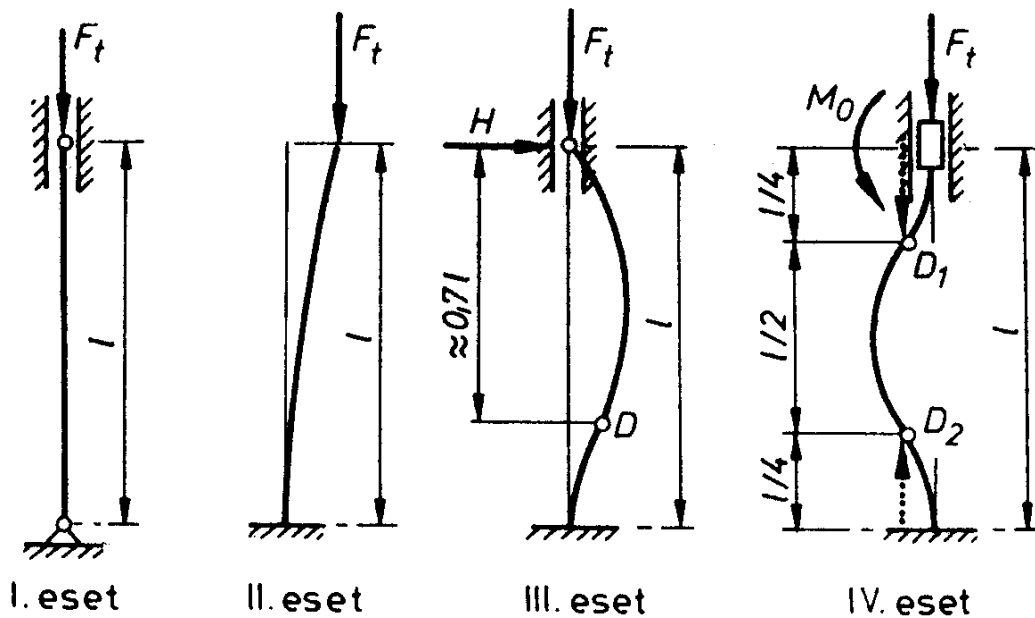
a keresztmetszet:

$$A_o = \frac{d_o^2 \cdot \pi}{4}$$

Helyettesítve a κ -ra felírt összefüggésbe, kapjuk:

$$\kappa = 4 \cdot \frac{l_o}{d_o}$$

Az l_o értéke függ a rúd megfogásának módjától. A lehetséges megfogási módokat a 6.4 ábra szemlélteti.



6.4 ábra

Az l_o kihajló hosszúság, a különböző megfogási módoknál:

- I. eset: $l_o = l$
- II. eset: $l_o = 2 \cdot l$
- III. eset: $l_o \approx 0,7 \cdot l$
- IV. eset: $l_o = l/2$

ahol: l – a rúd szabad hossza.

Redukálásnál az előgyártmány megfogását az I. megfogási esettel szokás modellezni, mivel a matricában “w” hosszban illeszkedő előgyártmány a H7/h9 (h11) (h13) túrésezés miatt nem tekinthető befalazott megfogásnak.

A fentiek figyelembevételével és a 6.2 ábra jelöléseivel, a rúd szabad hossza: $l = L_o$

Tehát a kihajló hosszúság: $l_o = L_o$

A redukáló matrica félkúpszögét a munkadarab műhelyrajza szerint kell elkészíteni. Ha a d_o és d_2 átmérők között az átmeneti rész tetszőleges félkúpszögű lehet, akkor célszerű az optimális félkúpszöggel végezni a redukálást, amelynél a fajlagos erőszükséglet a legkisebb.

A Siebel összefüggést az (α) függvényeként kezelve, a $p_r(\alpha)$ szélsőértékéhez tartozó

(α_{opt}) az optimális félkúpszög:

$$\frac{\partial \bar{p}_r}{\partial \alpha} = -k_{fk} \cdot \lambda_{\ddot{o}} \cdot \frac{\mu}{\alpha^2} + k_{fk} \cdot \frac{2}{3} = 0$$

Rendezés után:

$$\hat{\alpha}_{opt} = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\ddot{o}}}$$

Az összefüggés szerint az optimális félkúpszög a súrlódási viszonyoktól és a szerszámban megvalósított összehasonlító alakváltozástól függ.

7. Zömítés, redukálás technológia tervezés lépései

A szárrészen állandó átmérőjű, vagy redukálással gyártható átmérőt tartalmazó fejescsap technológia tervezési lépéseinek blokkdiagramját a 7.1 ábra szemlélteti.

A tervezés kiinduló adatainak rögzítése (1. művelet) után a 2. műveletben megvizsgáljuk, hogy a szárrész végig állandó átmérőjű ($\alpha = 0$), vagy redukált átmérőt tartalmaz ($\alpha \neq 0$).

Állandó szárátmérőjű fejescsap ($\alpha = 0$) esetén a térfogatállandóság felhasználásával az előgyártmány "L" darabolási hossza számítható (6. művelet). Ezt követően a 11. műveletben rá lehet térni a zömítendő fej alaki jellemzőinek vizsgálatára.

Amennyiben a szárrészen redukálást kell végezni ($\alpha \neq 0$) a 3. műveletben megvizsgáljuk, hogy az átmérőlépcső közötti átmenet " α " félkúpszöge a gyártmányon a beépíthetőség miatt kötött értékű, vagy értékének funkcionálisan nincs jelentősége. Az első esetben az előírt " α " félkúpszögű szerszámban, a második esetben viszont a technológia szempontjából legkedvezőbb félkúpszögű szerszámban kell elvégezni a redukálást. Ekkor a 4. műveletben a redukálás optimális félkúpszögét (α_{opt}) meghatározzuk.

Az 5. műveletben – az előzőektől függően – vagy a bemenő adatok között megadott α értékkel, vagy a 4. műveletben meghatározott α_{opt} felhasználásával a munkadarab térfogata, a térfogatállandóság felhasználásával pedig az előgyártmány "L" darabolási hossza meghatározható.

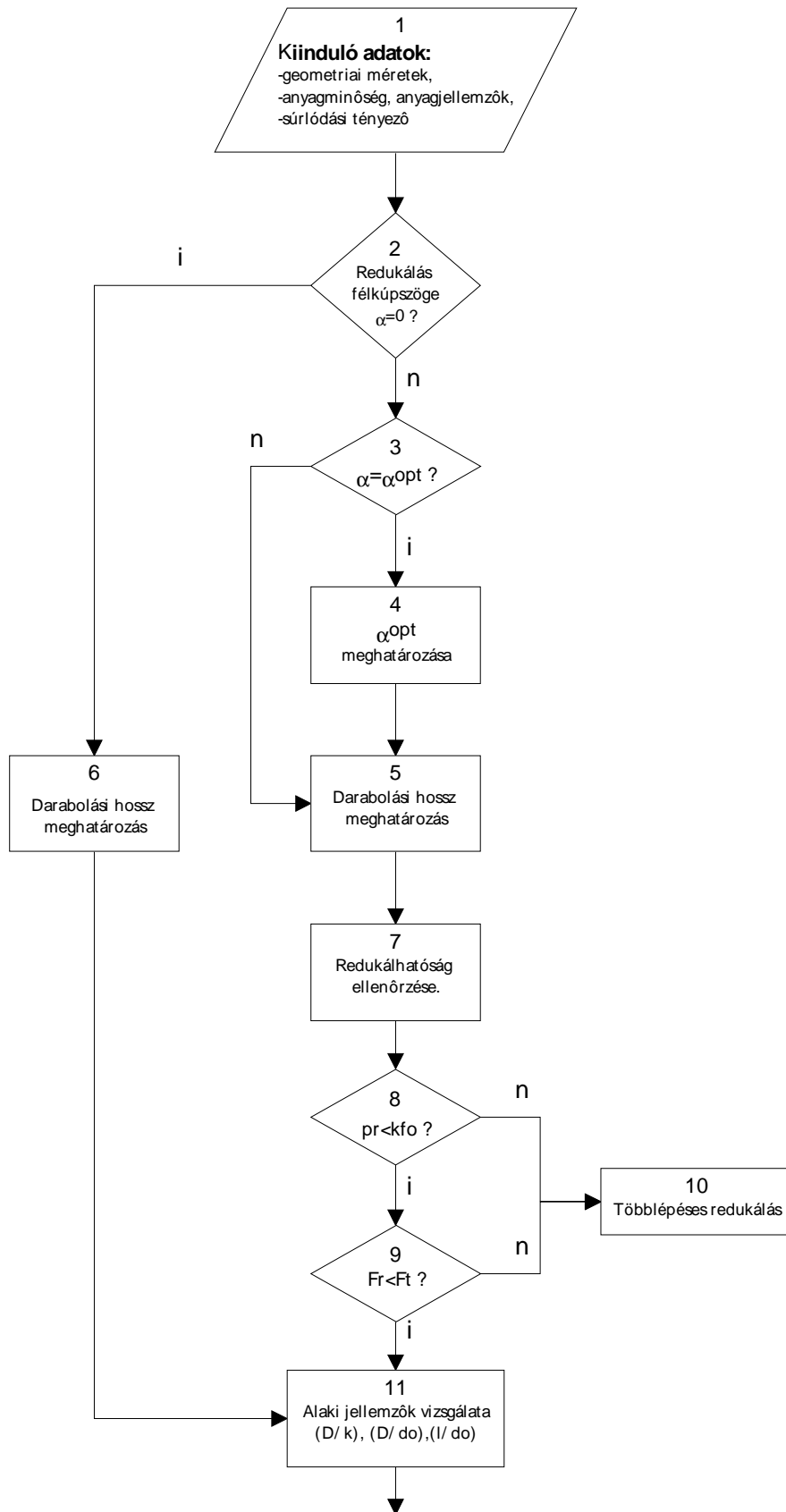
A redukálhatóság ellenőrzése (7. művelet) a zömülésveszély (8. művelet) és a kihajlásveszély (9. művelet) vizsgálatát foglalja magába. Ha a feltételek közül bármelyik nem teljesül, akkor a d_0 átmérő lecsökkentése az előírt redukált átmérőre csak több lépésben valósítható meg (10. művelet). Ez egyben azt is jelenti, hogy az alkatrész hagyományos zömítősajton nem gyártható, mert azokon csak egy lépésben elvégezhető redukáló műveletre van lehetőség.

A redukálhatósági feltételek teljesülése esetén a fej zömítés elvégezhetőségének technológiai korlátait vizsgáljuk meg (11. művelet, alaki jellemzők vizsgálata). Az alakviszony (12. művelet) és az átmérőviszony (14. művelet) vizsgálatánál előírt feltételek nem teljesülése esetén a hagyományos hidegzömítősajton a gyártás nem végezhető el (13. vagy 15. művelet). Ugyancsak nem végezhető el, ha a zömítési viszony értéke nagyobb mint nyolc (19. művelet).

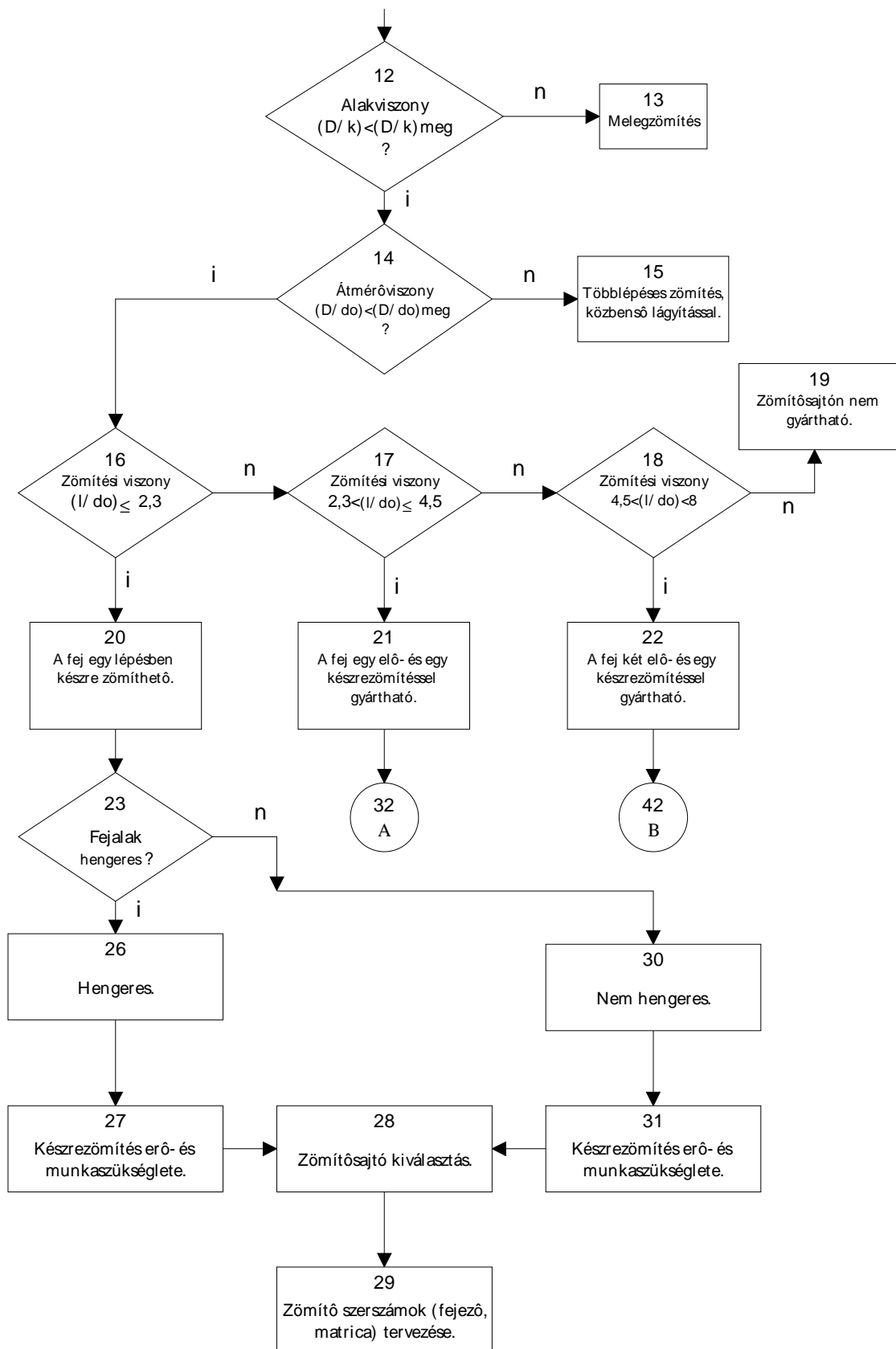
Egyébként a zömítési viszony értékétől függően (16, 17 illetve 18. művelet) a fej egy, két vagy három nyomással alakítható készre (20, 21 vagy 22. művelet).

Az egy lépésben készrezömíthető hengeres fejalakra levezetett összefüggésekkel a 27. műveletben, a nem hengeres fejalak esetén pedig az erre érvényes összefüggésekkel a 31. műveletben meghatározzuk a zömítés erő- és munkaszükségletét.

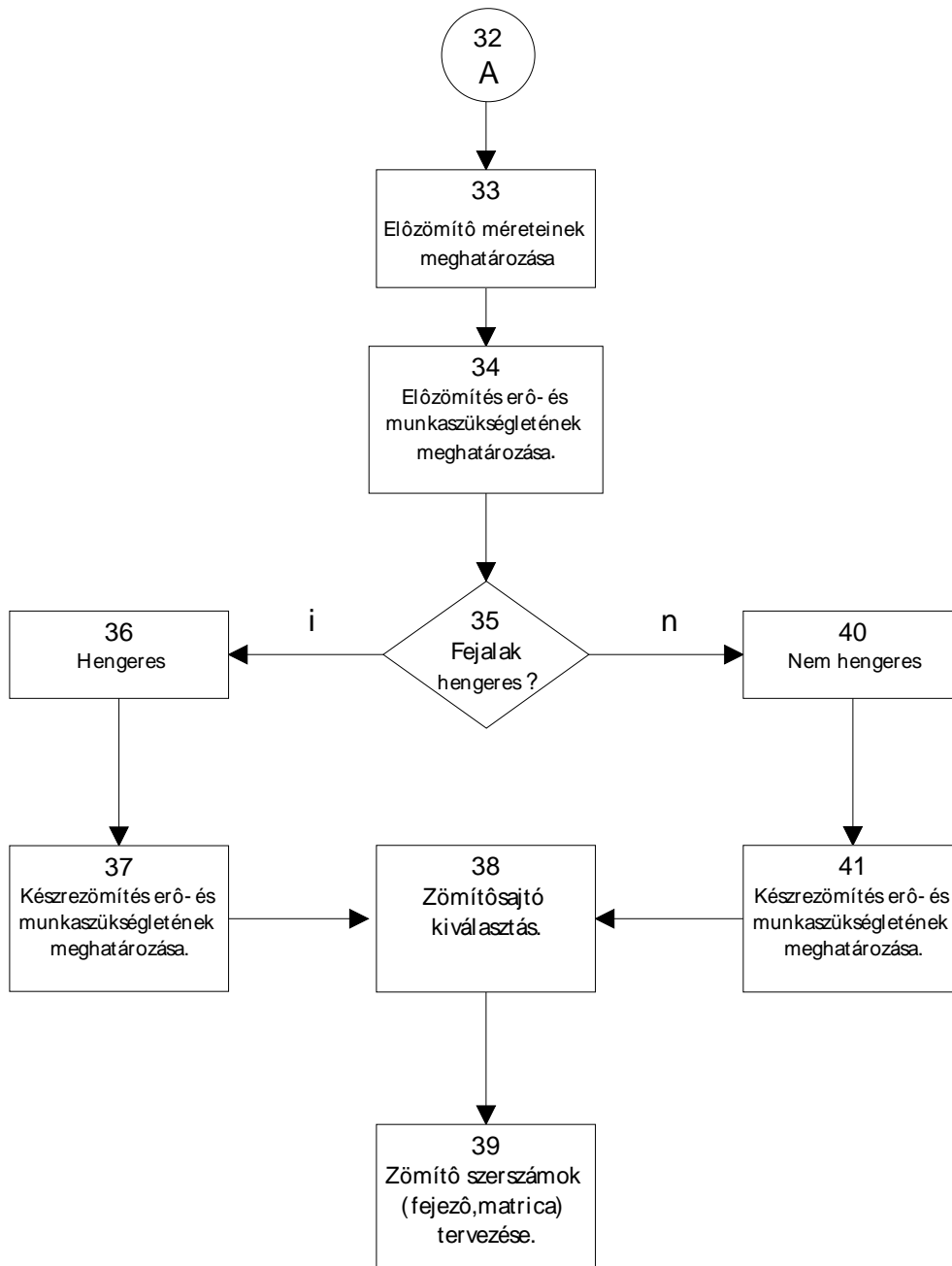
Ezek birtokában a 28. műveletben az egynyomású sajtók közül kiválasztható, amelynek névleges nyomóereje és munkavégzőképessége nagyobb mint a számított erő- és munkaszükséglet. Az előgyártmány gyártási jellemzőinek (húzott, hengerelt) ismeretében pedig eldönthető, hogy zárt- vagy osztott matricás zömítősajto választandó a feladat elvégzésére.



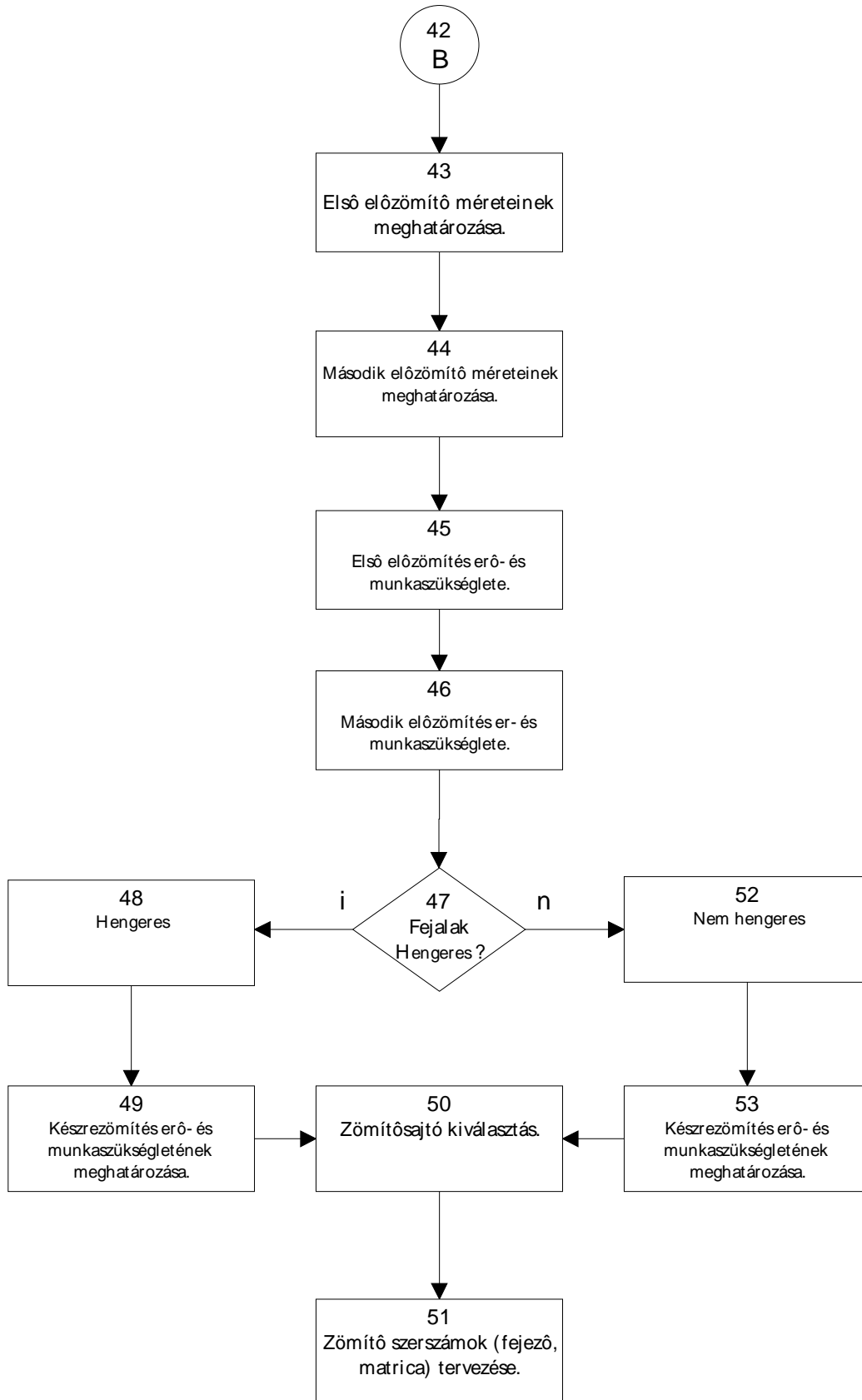
7.1 ábra.



7.1 ábra. (folytatás)



7.1 ábra. (folytatás)



7.1 ábra. (folytatás)

A sajtológép kiválasztása után a szerszámfészkek (zömítőbélyeg, matrica) méreteinek ismeretében a 29. műveletben a szerszámok megtervezhetők.

Amennyiben a fej két (21. művelet) vagy három (22. művelet) nyomással alakítható készre, akkor a tevékenységi sorrend úgy módosul (32A illetve 42B ág) az egy lépésben készre alakítható fejhez képest, hogy a készrezömítés erő- és munkaszükségletének (37, 41 illetve 49, 53. műveletek) meghatározása előtt el kell végezni az előzömítő(k) (33 illetve 43, 44. műveletek) méreteinek meghatározását és az előzömítés(ek) (34 illetve 45, 46. műveletek) erő- és munkaszükségletének meghatározását.

Az ezt követő tevékenységek megegyeznek az egy lépésben készre alakítható fejnél megismertekkel, azzal a megjegyzéssel, hogy a zömítősjtó névleges nyomóerejének és munkavégzőképességének megválasztása az elő- és készrezömítés(ek)re meghatározott értékek közül a legnagyobbra történik, mert ezek nem egyidejűleg, hanem egymást követően jelentkeznek a zömítősjtó üzemében.

8. Hidegzömítő sajtók

8.1 Általános jellemzés

A hidegzömítés alakító gépei fekvő elrendezésű, forgattyús (ritkán könyökemelés) hajtóművel hajtott sajtológépek.

Egymunkahelyzetes alakító berendezések, ami azt jelenti, hogy a munkadarab a teljes alakítási folyamat alatt ugyanabban a matricában helyezkedik el, helyzetét nem változtatja. Működési elvük tisztázása azért lényeges, mert ezzel különböztethetők meg a folyató sajtóktól. Ezek több műveleti helyen (több matricában) végzik a darab készrealakítását. Az egyes műveleti helyek között belső továbbító mechanizmus mozgatja a félkész darabokat.

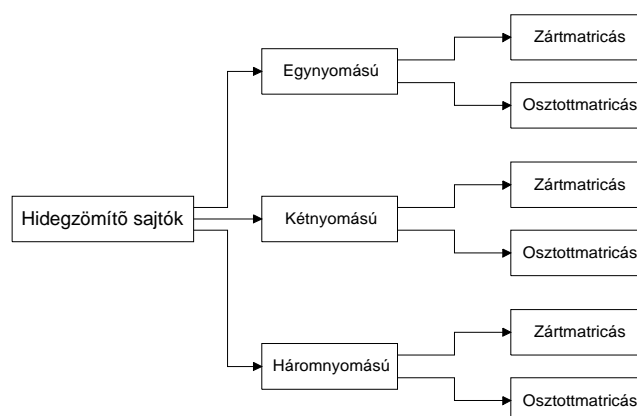
A hidegzömítő sajtók, névleges löketséguktől függően 20 - 400 darabot készítenek percenként, tehát nagy termelékenységű berendezések.

Felkészítésük egy adott munkadarab gyártására, a megfelelő geometriájú és méretű matrica és készrezömítő bélyeg, esetleg előzömítő bélyeg(ek), illetve kilökő legyártását, felszerelését és beállítását jelenti, ami időigényes műveletsor. A termelékenységgel és a jó anyagkihozattal járó előny gazdaságosan nagysorozatok gyártása esetén használható ki.

A zömítendő fej kialakításához szükséges l/d_0 viszony értékétől függően egy-, kettő-, vagy háromnyomású sajtológépen végezhető a gyártás. Ez azt jelenti, hogy a sajtó nyomószánján egy (a készrezömítő fejező), kettő (egy előzömítő és egy készrezömítő fejező) vagy három (két előzömítő és egy készrezömítő fejező) zömítőbélyeg helyezkedik el. A két- és háromnyomású sajtókon az alakítási sorrendnek megfelelően kerülnek az álló szerszámfélben (matricában) lévő munkadarab tengelyvonalába.

A zömítősajtó álló szerszámfele, a matrica zárt vagy osztott kialakítású lehet. Ennek megfelelően a zárt- és osztottmatricás sajtológépeket különböztetünk meg.

A zömítősajtók csoportosítását az 8.1 ábra szemlélteti.



8.1. ábra.

A különféle kialakítású hidegzömítő sajtók működés szempontjából megegyeznek abban, hogy a huzal, vagy rúd az előtoló és egyengető görgők között halad a munkatérbe, ahol

ütköztetés után a darabolási hosszra vágják. Ezt követően kerül a lenyírt darab a matricáüreg tengelyvonalába.

8.2 A zömítésajtók kiválasztási szempontjai

A géptípus kiválasztást számos tényező befolyásolja, amelynek kapcsolat rendszerét a 8.2 ábra szemlélteti.

Zárt matricás sajtológépet kell a feladathoz választani, ha a gyártandó darabnál az alábbiak közül bármelyik követelmény, vagy jellemző fennáll:

- követelmény a szár jó alakhűsége,
- a szár redukált átmérőt tartalmaz,
- a zömítés teljes térfogatra kiterjed (pl. csavaranya gyártás),
- követelmény, hogy a matrica keményfémbetéttel készüljön,
- a zömített darab szárhossza nem éri el a $10 \cdot d_0$ hosszt.

Zárt matricában megbízhatóan csak a viszonylag szűk átmérő tűrésű húzott huzal, vagy rúd dolgozható fel.

Osztott matricás sajtológépen végezhető a zömítés ha:

- a szár alakhűségével szemben nincs különösebb követelmény,
- a szár nem tartalmaz redukált átmérőt,
- csak résztérfogatra kiterjedően kell zömítést végezni (pl. fej zömítés),
- a zömítő matricát nem kívánjuk keményfémbetéttel ellátni,
- a zömített darab szárhossza meghaladja a $10 \cdot d_0$ hosszt (ekkor követelmény az osztott matrica alkalmazása).

Osztott matrica kevésbé érzékeny a feldolgozandó félgyártmány átmérőjének szórására. Tehát lehetővé teszi az olcsóbb **huzal** vagy **rúd** félgyártmány feldolgozását, ha azt a munkadarabra vonatkozó pontossági követelmények megengedik. Osztott matricában természetesen húzott előgyártmány is feldolgozható.

A technológia tervezés során meghatározott zömítési viszony ismeretében a megfelelő nyomásszámú zömítésajtó kiválasztása, az alábbi relációk figyelembevételével történik:

- ha $l/d_0 \leq 2.3$, akkor egynyomású,
- ha $2.3 < l/d_0 \leq 4.5$, akkor kétnyomású,
- ha $4.5 < l/d_0 \leq 8.0$, akkor három nyomású sajtológépre telepítendő a feladat.

A kiválasztás kulcsfontosságú művelete a sajtológép névleges erő-, munka- és teljesítményszükségletének helyes kiválasztása.

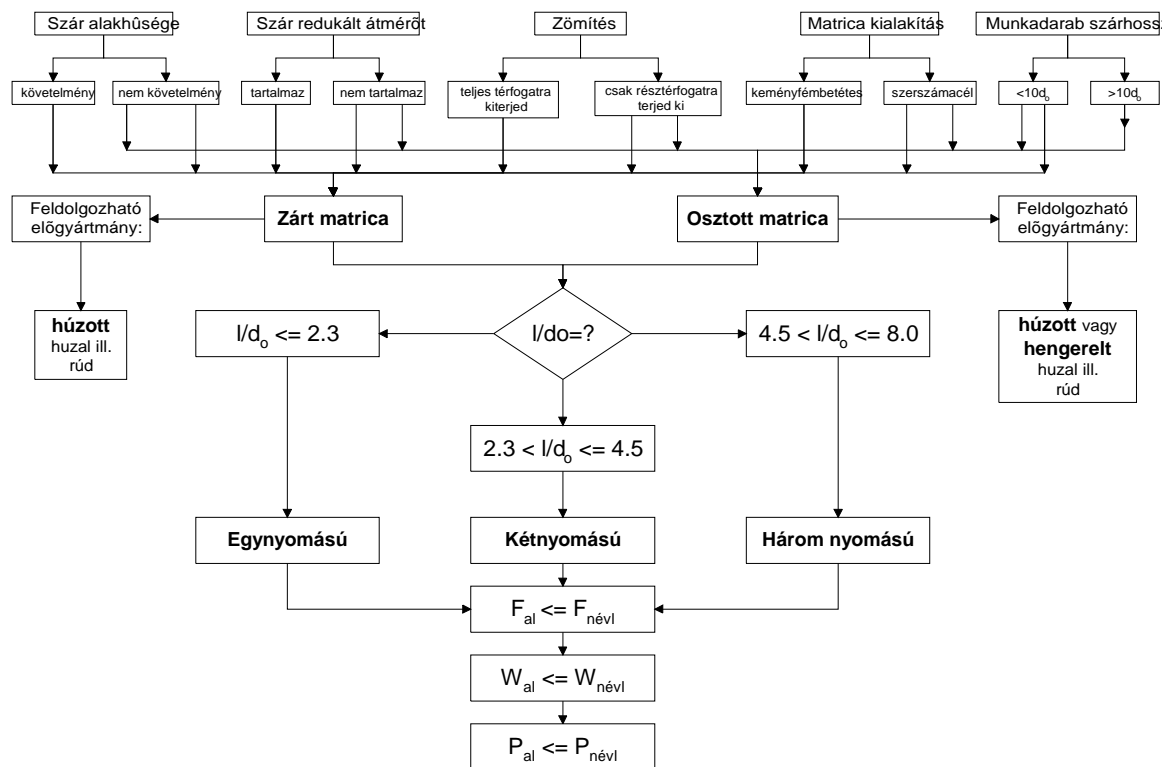
A technológiához olyan sajtológépet kell választani, amelynek névleges terheltősége kielégíti az alábbi feltételeket:

$$F_{névl} \geq F_{al}$$

$$W_{névl} \geq W_{al}$$

$$P_{névl} \geq P_{al}$$

Zömítősajtók kiválasztási szempontjai



8.2. ábra.

vagyis bármelyik alakító művelet (előzömítés, készrezömítés) során fellépő (F_{al}) alakítóerő, (W_{al}) alakítás munkaszüksége és (P_{al}) teljesítményszüksége egyenlő vagy kisebb legyen, mint a kiválasztott sajtológép ($F_{névl}$) névleges nyomóereje, ($W_{névl}$) névleges munkavégzőképessége és ($P_{névl}$) névleges teljesítménye.

Ellenőrizni kell, hogy a választott zömítősajton beállítható maximális kilökési úthosszal megvalósítható-e a munkadarab kilökése.

8.3. Hidegzömítő sajtók kinematikai vázlatai

8.3.1 Egynyomású hidegzömítő sajtó

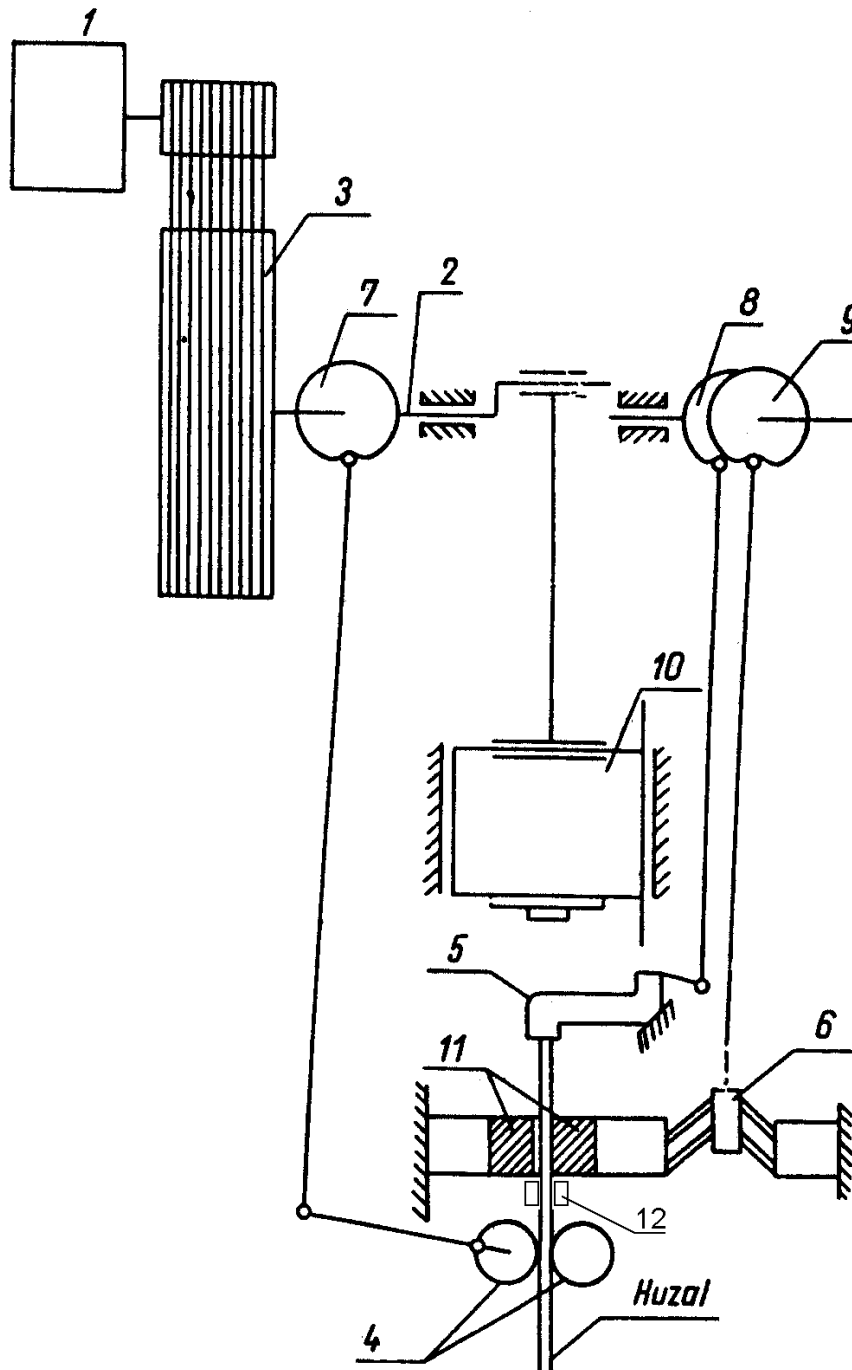
Az egynyomású sajtókon csak kis fejtérfogatú zömített darabok készíthetők (amelyek zömítési viszonya: $l/d_0 \leq 2,3$). Többnyire szeg, szegecs és csapágygolyó gyártására használják. Zártmatricás változataikon a szárredukálás elvégzésére lehetőség van.

8.3.1.1. Egynyomású, osztott matricájú hidegzömítő sajtó

A 8.3 ábra egynyomású, osztott matricájú hidegzömítő sajtó kinematikai vázlatát szemlélteti.

Az 1 villamos motor ékszíjhajtással hajtja a 3 lendítőkereket, amelyet közvetlenül a 2 forgattyús (vagy fő-) tengelyre építettek.

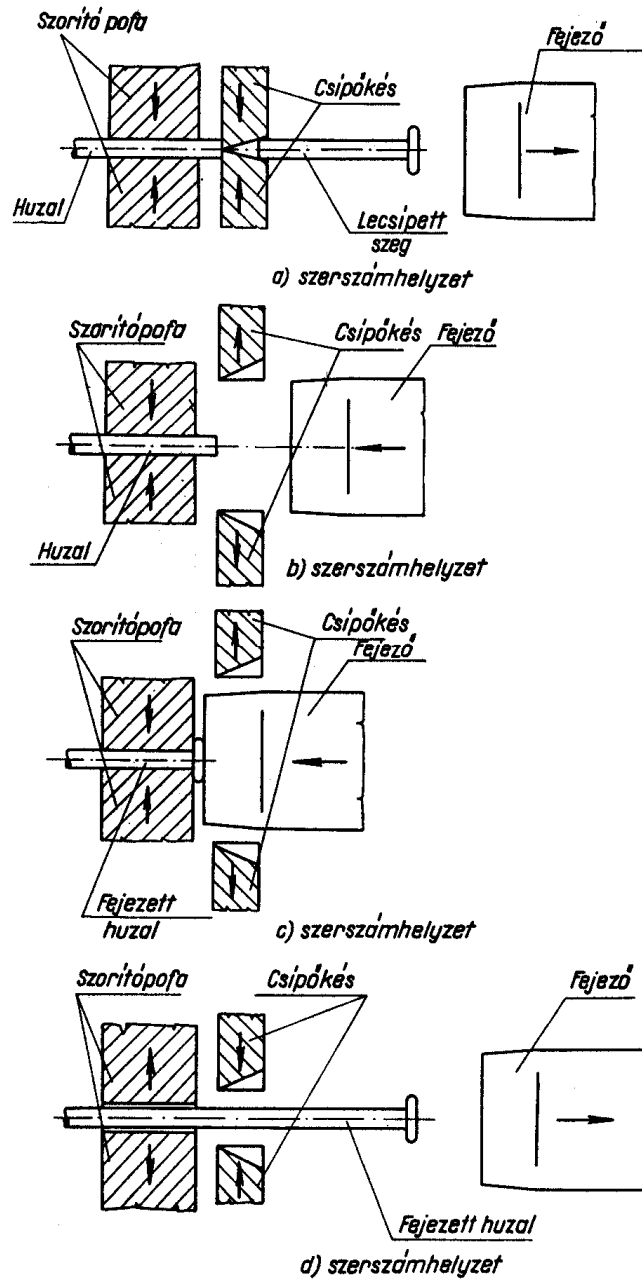
A főtengeyen helyezkednek el a 7, 8 és 9 vezértárcsák, amelyek a 4 huzalelőtoló görgőpárt, az 5 anyagütköztető mechanizmust és a 11 matricafelek zárására szolgáló mechanizmust működtetik. Az előtolt huzal a 12 levágóhüvelyen és a nyitott matricán keresztül fut az ütközőig. A mozgó matricafél a levágóhüvellyel együtt dolgozva lenyírja az előgyártmányt a huzalról.



8.3 ábra.

A gépágyban egyenesbe vezetett 10 nyomószán a forgattyústengelyhez a hajtórúddal kapcsolódik.

A 8.4 ábrán egynyomású szeggyártó sajtológép szerszámhelyezetei láthatók.



8.4. ábra.

Az a./ ábra a hátsó holtponthi helyzetben levő fejezőt, valamint az előző ciklusban készre fejezett, majd a nyitott pófák között a szeghossznak megfelelően előretolt huzalról a kész szeg csipőkésekkel történő leválasztását szemlélteti. A lecsipés helyét úgy állítják be, hogy a huzalból a matricák előtt a szeg fejtérfogatának megfelelő hossz maradjon szabadon.

A b./ ábrán a matricafelek (szorítópofák) által megfogott huzalt, a munkatérből oldalirányba távozó csípőkéseket és az előre, a mellső holtponthoz felé mozgó fejezőt szemléltethetjük.

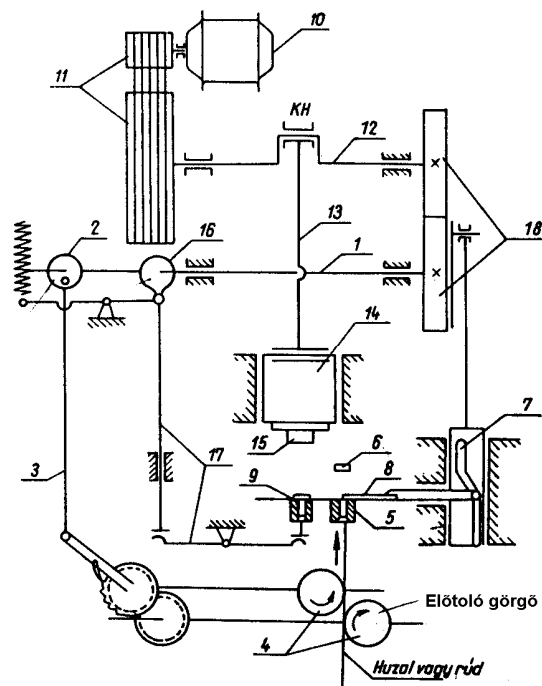
A c./ ábra a fejezőt a mellső holtponthoz helyzetében ábrázolja, a fej zömítés befejezésének pillanatában. A pofák a huzalt szorosan megfogják, ezért a fej zömítés során a huzal nem csúszik hátra pofák között.

A d./ ábrán a fejező a hátsó holtponthoz felé mozog. A matricafelek (szorítópofák) nyitnak, a huzalt az előtológörgők az előtolási hosszának megfelelően előre tolják. A csípőkések a huzal felé mozognak, majd létrejön az a./ ábrán látható állapot. Ezzel befejeződik az alakítási ciklus.

A fenti műveletsort végző szegverő sajtó kinematikai vázlata annyiban eltér a 8.3 ábrán láthatótól, hogy itt a kész szeg leválasztása a huzalról csípőkésekkel történik, amelyek a megfelelő kialakítású hegyezést is elvégzik.

8.3.1.2. Egynyomású, zárt matricájú hidegzömítő sajtó

A 8.5 ábrán egynyomású, zárt matricájú hidegzömítő sajtó kinematikai vázlata látható.



8.5. ábra.

A 10 villamos motor a 11 ékszíjtárcsákkal és ékszíjakkal hajtja a 12 fő tengelyt. A fő tengelyre ékelt ékszíjtárcsa a lendítőkerék feladatát is ellátja.

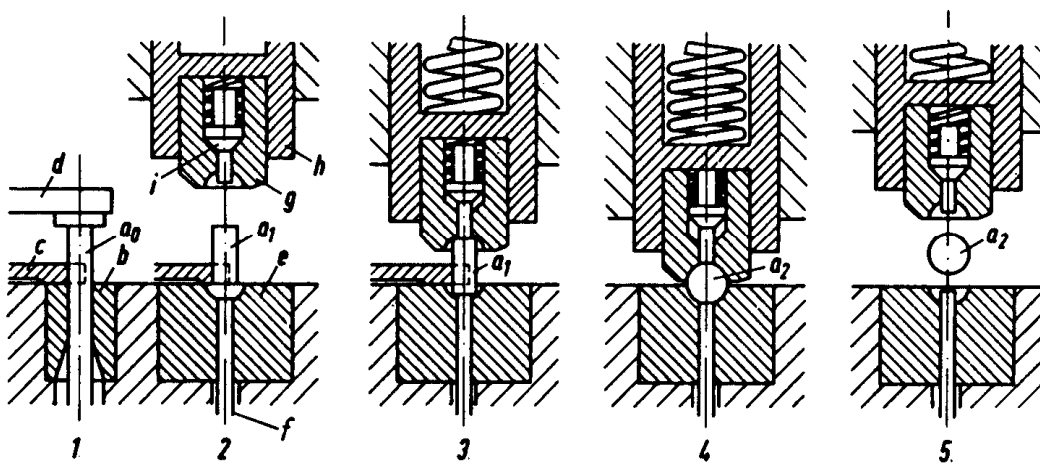
A segédműveletek vezérlésére szolgáló 2 és 16 vezértárcsák az 1 vezértengelyen helyezkednek el. A vezértengely a fő tengelyről kapja a hajtást a 18 jelű 1:1 áttételű fogaskerékpáron keresztül. A vezértengelyen lévő forgattyús mechanizmus mozgatja a 7 vezérpályát, amelyhez a 7 levágókés kapcsolódik.

A 4 előtológörgőpárt a 2 vezértárcsáról a 3 rúd a hozzá kapcsolódó kilincsszerkezet működteti. Az 5 levágóhüvelyen keresztül előtolt huzal ütköztetését a 6 ütköző végzi.

Az elkészült munkadarab kilökését a 9 matricából a 16 vezértárcsáról működtetett 17 karos mechanizmus biztosítja.

A gépágyban egyenesbe vezetett 14 nyomószán homlokfelületére rögzítik a 15 fejezőt. A medve a főtengelyhez a 13 hajtórúddal kapcsolódik.

Egynyomású, zártmatricás hidegzömítő sajton végzett golyósajtolás jellegzetes számszámhelyezeteit szemlélteti a 8.6 ábra.



8.6. ábra.

Az előtoló görgők által szakaszosan előtolt huzal a (b) levágóhüvelyen keresztül a (d) ütközőig fut. A levágóhüvely előtt keresztirányban elmozduló (c) levágókés a levágóhüvellyel együtt lenyírja a darabot és a kés az (e) alakító matrica tengelyvonalaiba viszi azt. Amint az előre mozgó (h) rugós kilökövel felszerelt fejező eléri az előgyártmány véglapját a levágókés távozik a matrica elől, helyet adva a fejezésnek. A készre zömített (a_2) golyót a matricából az (f) kilököcsap, a fejező bélyegből a rugós működtetésű (i) kilökőtüske távolítja el.

8.3.2. Kétnyomású hidegzömítő sajtók

A kétnyomású sajtó szerkezete abban különbözik az egynyomásúétól, hogy a készre zömítő bélyeg és az előzömítő bélyeg felváltva, egymást követő műveletekben végzi a fej alakítását, ezért csak minden második löket után készül el egy munkadarab.

8.3.2.1. Kétnyomású, osztott matricájú hidegzömítő sajtó

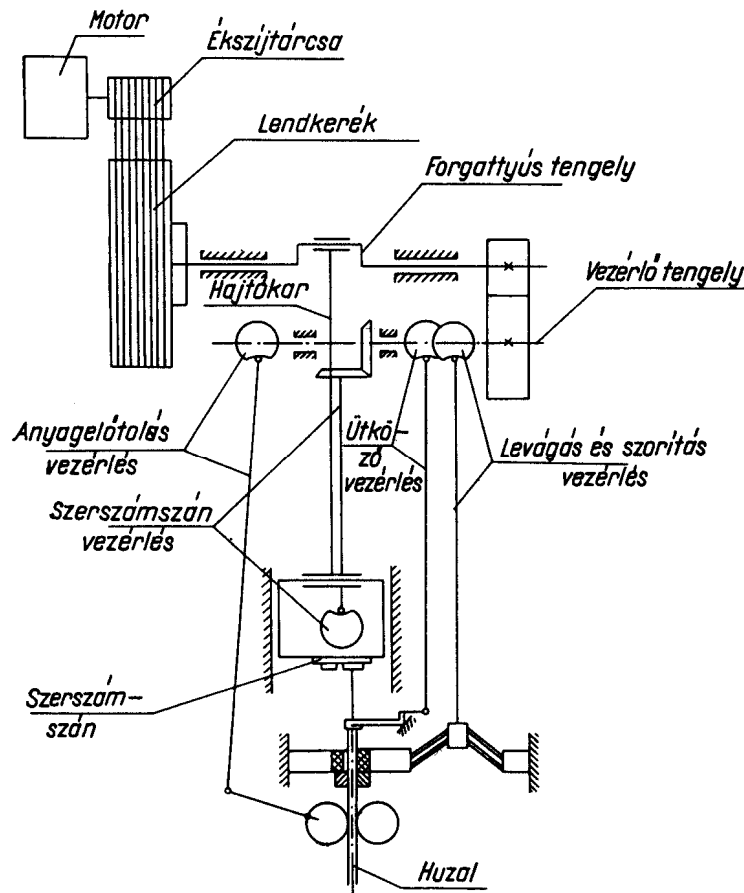
Kétnyomású osztott matricájú hidegzömítő sajtó kinematikai vázlatát szemlélteti a 8.7 ábra.

A villamos motorról ékszíjhajtás viszi át a teljesítményt a lendítőkerékként is funkcionáló ékszíjtárcsára, amely a forgattyús tengelyre van felékelve.

A főtengelyről kapja a hajtást 1:2 áttételű fogaskerékpáron keresztül a vezértengely. Az 1:2-es áttételt az indokolja, hogy a segédműveletek csak minden második

főtengelyfordulatra kell hogy ismétlődjenek, ezért a vezértengely fordulatszáma a főtengelyfordulatszám fele.

A vezértengelyen helyezkednek el a huzalelőtoló görgők mozgatását, a matricafelek zárását végző mechanizmus és az ütköző mozgást működtető vezértárcsák. Ugyancsak a vezértengelyről kapja a hajtást egy kúpkerékpáron keresztül a nyomószánon elhelyezkedő szerszámszán, amely felváltva az előzőmítőt, majd a készre zömítőt mozgatja az alakítás tengelyvonalába.



8.7 ábra.

Kétnyomású, osztott matricájú hidegzömítő sajtó jellegzetes alakítási fázisai láthatók a 8.8 ábrán.

Az előtoló görgők által előtolt huzal, vagy rúd a (b) levágóhüvelyen és a (c, d) nyitott osztott pofapáron keresztül jut el az (a) ütközőig.

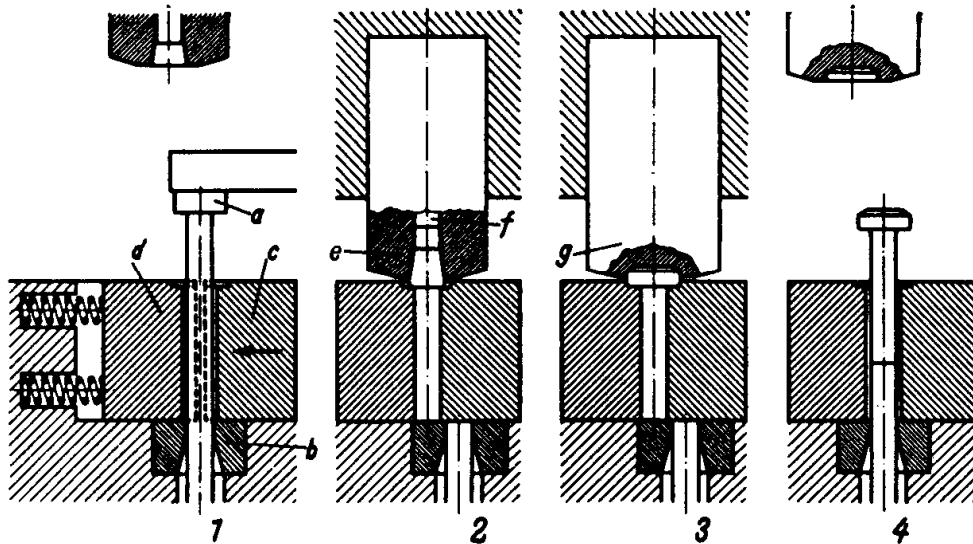
A matricafeleket mozgató mechanizmus zárja a pofákat. Alsó síkja a levágóhüvellyel együtt dolgozva, az előgyártmányt lenyírja a félgyártmányról, egyúttal kb. egy átmérőnyit eltolja az előtolás tengelyvonalából. A levágott előgyártmány véglapja felfekszik a levágóhüvely homloklfelületére, mintegy alakzárással megakadályozva a fejezőműveletek során a darab visszatolását a matricafelek közé.

Az ütköző kifordul a munkatérből, helyet adva az előre mozgó előzőmítőnek.

Az első zömítő műveletben az (e) előzőmítő végzi a matricafelek előtt szabadon maradt huzalrész alakítását, majd a második löketben a készrezömítő kerül az alakított darab tengelyvonalába és készre alakítja a fejet.

A készre zömítő a hátsó holtpont felé mozog, a matricazáró mechanizmus nyit. A nyomórugók a matricafelekkel együtt visszanyomják a készre alakított darabot a levágóhüvely tengelyvonalaiba.

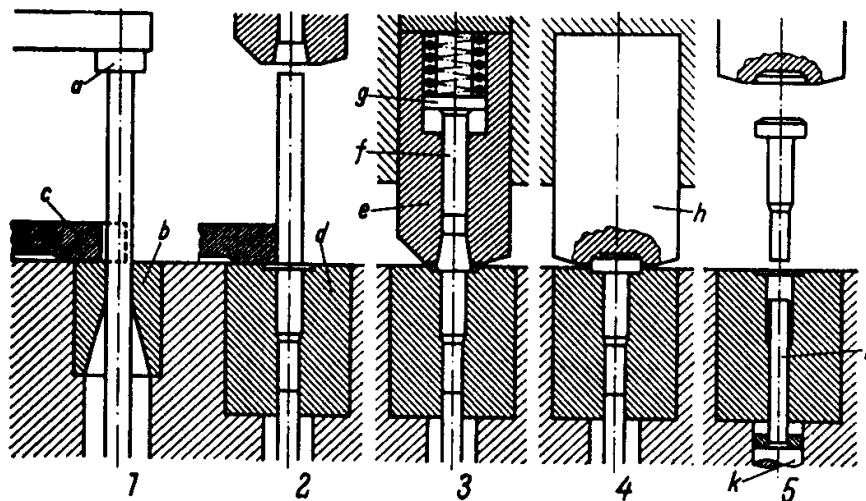
Az előtolt félgyártmány egyben kilökőként funkcionál és a nyitott matricák közül kilöki a darabot, miközben a munkatérbe beforduló ütközőig fut.



8.8. ábra.

8.3.2.2. Kétnyomású, zárt matricájú hidegzömítő sajtó

Kétnyomású, zártmatricás hidegzömítő sajtó jellegzetes szerszámhelyzeteit szemlélteti a 8.9 ábra.



8.9. ábra.

A (b) levágóhüvelyen keresztül előtolt félgyártmány az (a) ütközőig halad. A (c) levágókés a levágóhüvellyel együtt dolgozva lenyírja az előgyártmányt. Rugós megfogó szerkezetével megtartva a levágott darabot a matrica tengelyvonalaiba viszi, miközben az ütköző kifordul az ütköztetési helyzetéből, hogy helyet adjon az előre mozgó (e) rugós előzömítőnek.

Az előgyártmány végére felütközött előzőmítő elkezd a darabot a matricába tolni. Amint az alsó vége kb. d_0 átmérő hosszban a matricába került, a levágókés oldalirányban távozik. Az előzőmítő tovább tolja a matricába az előgyártmányt, miközben megtörténik a szárátmérő redukálása. A megfelelő redukált hossz kialakulása után a redukált szár felütközik az (i) kilökőcsapon. A matrica előtt ekkor a fejtérfogatnak megfelelő hengeres darab marad szabadon.

A rugós előzőmítő elvégzi a fej előalakítását, majd a hátsó holtponthelyzetbe mozog, ahol a szerszámszán a készrezőmítőt mozgatja az alakítás tengelyvonalába. A következő löketben a (h) készrezőmítő elvégzi a fej készrealakítását.

Amint a készrezőmítő megfelelő távolságban hátra mozgott, a kilökő mechanizmus működteti az (i) kilökőcsapot, amely kilöki a matricából a készre alakított munkadarabot.

9. Hidegzömítés szerszámai

9.1 Általános jellemzés

Adott munkadarab gyártására kiválasztott zömítősjátó felszerszámozása a:

- levágóhüvely,
- levágókés (csak zártmatricás sajtónál),
- matrica,
- zömítőbélyeg(ek)
- kilökő (csak zártmatricás sajtókon)

megtervezését és legyártását jelenti. Ezeken túlmenően a zártmatricás sajtóknál a kilökő kialakítása is a szerszámozás feladatkörébe tartozik.

A zömítőszerszámokat és lehetséges kialakítási változataikat a 9.1 ábra szemlélteti.

A zömítőszerszámok feladatukat tekintve két csoportba rendezhetők:

a./ **Nyírószerszámok:** a levágókés és a levágó hüvely,

b./ **Alakadást végző szerszámok:** a matrica és a zömítőbélyeg(ek).

A nyírószerszámok feladata az "L₀" hosszúságú előgyártmány leválasztása huzalból, vagy rúdból. A nyíró műveletet az osztott matricás sajtókon a levágóhüvely az egyik matricaféllal, a zártmatricás sajtókon pedig a levágóhüvely a levágókéssel együtt végzi.

Az alakadást végző szerszámokkal szemben támasztott követelmények:

- kopásállóság,
- nagy nyomószilárdság,
- méret- és alakpontosság,
- jó felületminőség.

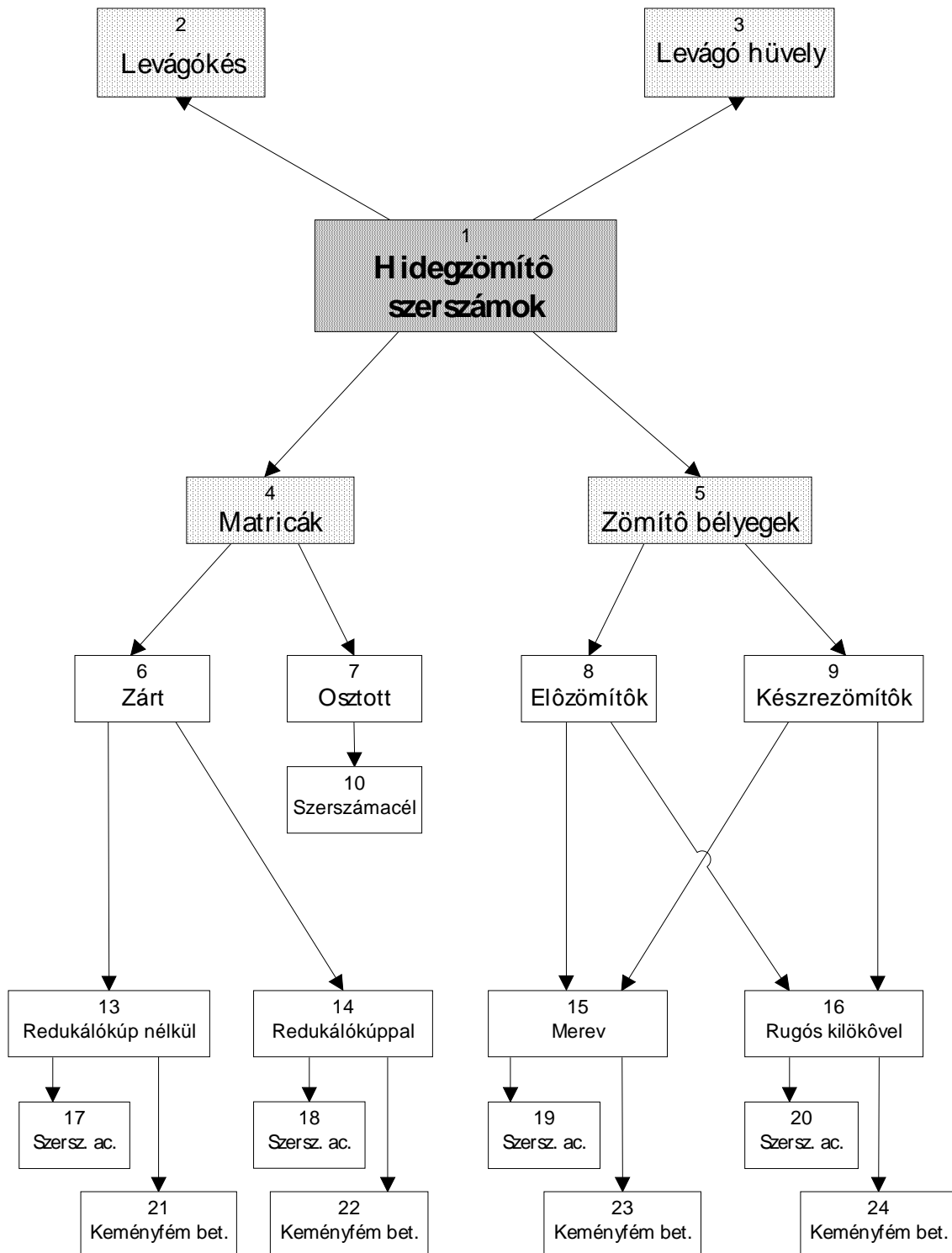
A zömítőszerszámokhoz javasolt anyagminőségeket és keménységüket a 9.1 táblázat tartalmazza.

9.1 táblázat.

Anyagminőség	Beépítési keménység HRC	Bélyegek, fejezők	Matricák	Foglalógyűrűk	Kilökők, határolók	Levágó hüvelyek, nyírókések
S101 MSZ4354	56...61	x	x	----	x	x
K14 MSZ4352	58...62	---	x	---	---	---
K4 MSZ4352	58...60	---	---	HRC 48...52	x	---
K13 MSZ4352	48...55	---	x	HRC 48...52	x	---
W5 MSZ4352	56...58	x	x	---	x	---
W6 MSZ4352	56...58	x	x	HRC 48...52	x	x
R3 MSZ4351	59...62	xx	x	---	---	---
R6 MSZ4351	59...62	xx	xx	---	x	x
R11 MSZ4351	58...62	x	---	---	---	---
60SM1 MSZ4217		---	---	xx	---	---
Keményfémek	HV30					
DG40 MSZ3426	890	x	x	---	---	xx
DG60 MSZ3426	800	xx	xx	---	---	x

--- nem ajánlott, x ajánlott, xx különösen ajánlott.

Hidegzömítő szerszámok osztályozása.

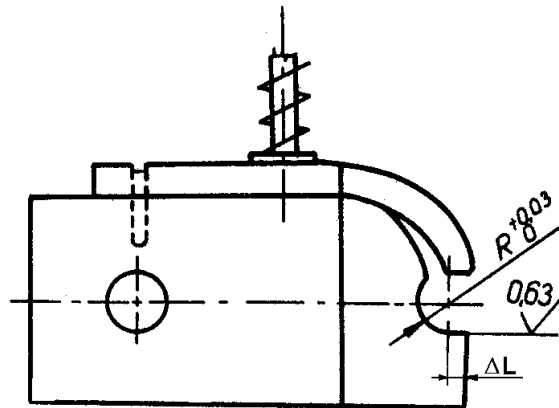


9.1 ábra.

9.2 Levágóhüvely, levágókés

Zártmatricás sajtológépen rugós anyagszállító fogóval rendelkező levágókést (9.2 ábra) alkalmaznak, amely levágás közben megfogja, levágás után a késen tartja a levágott darabot. A tovább mozgó kés az alakító matrica tengelyvonalába szállítja az előgyártmányt, majd a matricába tolás közben a visszafelé mozgó kés elengedi azt.

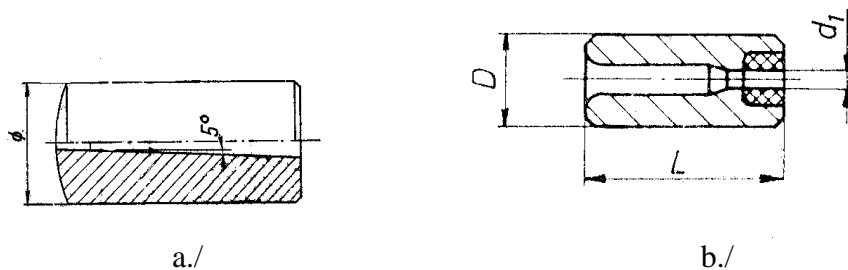
A kés vágóéle félig körülfogja a vágandó darabot. A vágóél alakja megegyezik a vágandó anyag szelvényével ($R = d_0/2$), mérettűrése H11. A levágott darab biztonságos megtartásához a félszelvényen túlnyúló egyenes rész van, amelynek hossza $\Delta L = 0,3 \dots 0,4 \cdot d_0$.



9.2 ábra.

A 9.3/a ábra zártmatricás sajtókon alkalmazott szerszámacél levágóhüvelyt szemléltet, amely együtt dolgozik a levágókéssel. A huzalbevezető részét 10° -os kúpszöggel alakítják ki. A vágókés felőli oldal, a vágóéltől indulva 3° -os alámunkálással készül.

A vágóhüvely hosszát úgy kell kialakítani, hogy a hüvelyt a fészkebe helyezve, a kés vágóéle és a hüvely vágóéle között optimális méretű vágórés jöjjön létre. Ha túl nagy a vágórés akkor a vágott felület környezete jelentősen torzul. Optimálisnál kisebb vágórést alkalmazva a kés és hüvely vágóélei jelentősen túlterhelődnek, élettartamuk csökken.

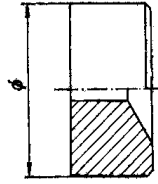


9.3 ábra.

A levágóhüvely készülhet keményfémbetétes kialakítással, amelyet a 9.3/b ábra szemléltet. A keményfémbetétes változat élettartama többszöröse a szerszámacélból készültnek.

Osztottmatricás sajtológépen a levágókés szerepét az egyik matricafél veszi át. A vele együtt dolgozó levágóhüvely kialakítását a 9.4 ábra szemlélteti. Hossza a sajtón kialakított

levágóhüvely-fészek mélységével azonos. A vágóéltől 3°-os alámunkálással és anélkül is készülhet. Kialakítható keményfémbetéttel is.



9.4 ábra.

9.3 Matrica

A matrica **zárt** vagy **osztott** kivitelű lehet. A két matricatípus összehasonlítását a 9.2 táblázat tartalmazza.

9.2 táblázat.

Zárt matrica		Osztott matrica	
Előnye	Hátránya	Előnye	Hátránya
<p>1./ A munkadarab alakhűsége, méretpontossága jobb mint az osztott matricában gyártotté.</p> <p>2./ Redukálás elvégzésére is alkalmas.</p> <p>2./ Keményfémbetétes kivitelben is kialakítható, ezáltal élettartama 50 ... 100-szorosra növelhető a szerszámacélból készülthöz képest.</p> <p>3./ Zárt szerszámacél matricában IT11, IT12; keményfémbetétes matricában IT9, IT8 pontossági fokozatú munkadarabok is előállíthatók.</p>	<p>1./ Csak húzott rúd, vagy huzalanyagból leválasztott előgyártmány dolgozható fel benne.</p> <p>2./ $(8 - 10)d_0$ - nál hosszabb szárrésszel rendelkező gyártmányok zárt matricában nem gyárthatók, mert biztonságosan nem tolhatók be a matricába, valamint a kilökésnél a hosszú száron ébredő jelentős súrlódóerők miatt a kilökőtüske kihajlik, vagy törik.</p>	<p>1./ Hengerelt huzalból vagy rúdból leválasztott előgyártmány is feldolgozható benne.</p> <p>2./ Bonyolult fejgeometria esetén könnyebben gyártható, mint a zárt matrica.</p> <p>3./ $(8 - 10)d_0$ - nál hosszabb szárrésszel rendelkező gyártmányok is biztonságosan feldolgozhatók.</p>	<p>1./ Osztott matrica keményfémbetétes kivitelben nem gyártható.</p> <p>2./ Redukálás osztott matricában nem végezhető.</p> <p>3./ Teljes térfogat zömítése (pl. csavaranya gyártás) csak zárt matricában végezhető.</p>

9.3.1 Zárt matrica

A zárt matrica a zömítőszájon kialakított matricafészekbe kerül beépítésre. Alakja a matricafészeknek megfelelő, legtöbbször hengeres. A hengerpalástot csak a rögzítéshez szükséges lapolás szakítja meg. A matricatömb gyártási méreteit és beépítésének elvi vázlatát a 9.5 ábra szemlélteti.

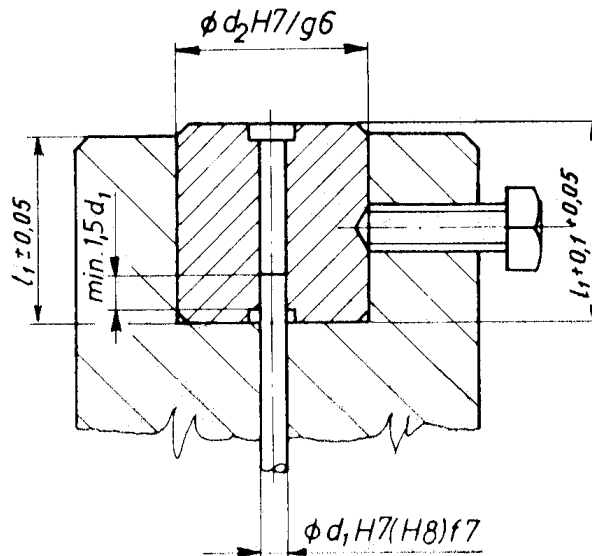
Az ábrán látható jelölések:

A matricafészek mélysége: $l_1 \pm 0,05$

A matrica külső átmérőjének illeszkedése a matricafészekbe: $\varnothing d_2 H7/g6$

A kilökő illesztése a megvezető furatban: $\varnothing d_1 H7(H8)/f7$

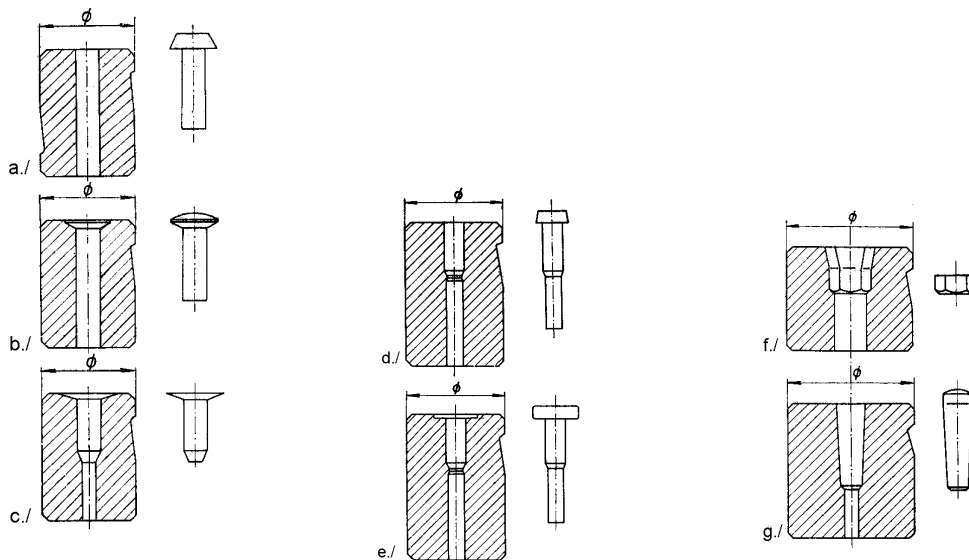
A kilökőcsap matricában megvezetett minimális hossza: $1,5 \cdot d_1$, ami a matricahossz (a matricafészek mélység, tulajdonképpen a sajtológép) megválasztásával biztosítható.



9.5 ábra.

A matrica belső üregének geometriája attól függ, hogy a matrica milyen mértékben vesz részt az alakadásban.

A 9.6 ábra szerszámacélból készült matricatípusokat szemléltet.



9.6 ábra.

A 9.6/a ábrán látható matrica hengeres furatában a munkadarabot csupán pozicionálja. A fej alakadását teljes egészében a zömítőbéllyeg végzi. A matrica a homloklfelületével a fejezést csak határolja. A matrica a külső palástján két lapolást tartalmaz. A furat megengedettnél nagyobb kopása esetén átfordítható, ezzel gazdaságosabban felhasználható.

A 9.6/b ábrán látható változat a fej alakadásában, a 9.6/c ábrán látható a fej alakadáson kívül a kúpos szárvégződés kialakításában is résztvesz.

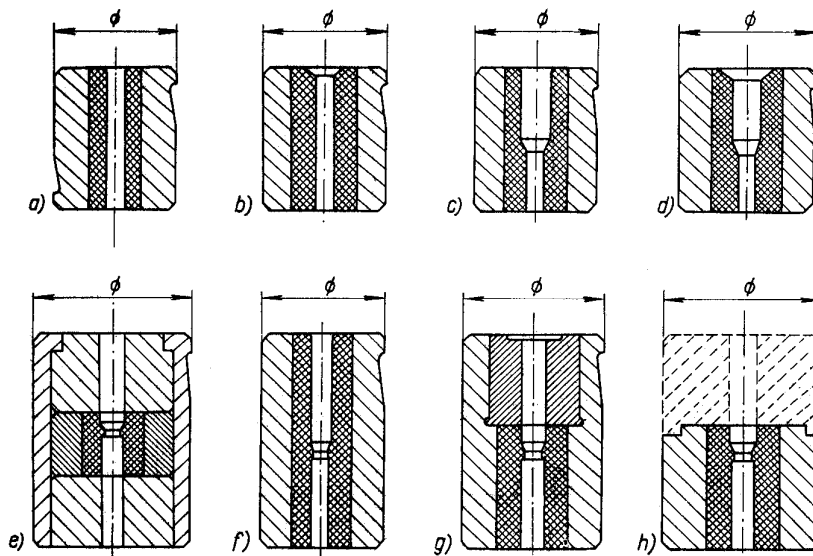
A 9.6/d ábrán redukálást végző, a fejezést csak határoló matrica látható.

A 9.6/e ábra redukálást és a fej alakadását is végző matricát szemléltet.

A 9.6/f ábra a teljes térfogat zömítéssel gyártható csavaranya zömítőmatricájának kialakítását szemlélteti.

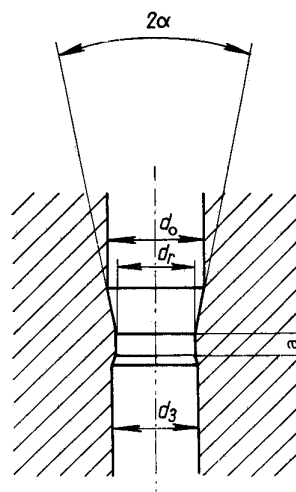
A 9.6/g ábrán látható változatnál a zömítőbéllyeg, a matrica és a kilökő által határolt zárt térben, a teljes térfogat zömítése során kapja meg végső alakját a kúposzeg.

A 9.7/a ... h ábrákon az előbbi matrica kialakítások keményfémbetűtes kivitelű változatai láthatók.



9.7 ábra.

A redukálást is végző matricák redukáló részének kialakítását szemlélteti a 9.8 ábra.



9.8 ábra.

A zárt matricákban feldolgozott húzott huzal vagy rúdanyag átmérőjének tűrése: $h9(h11)(13)$.

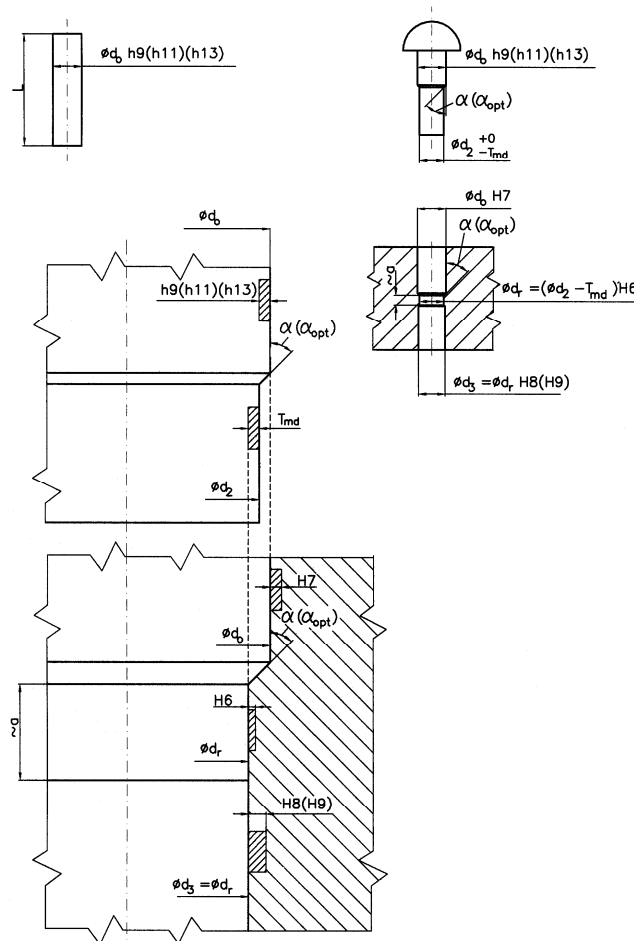
A szárrészt befogadó d_0 átmérő névleges mérete megegyezik a gyártáshoz használt előgyártmány d_0 átmérőjével, tűrése: $\varnothing d_0 H7(H8)$. A redukálást végző d_r átmérő névleges mérete a munkadarab redukált átmérőjének alsó határméretével azonos, tűrése: $\varnothing d_r H6(H7)$.

A d_r redukáló átmérőhöz tartozó palást hossza a következő empirikus összefüggéssel számítható:

$$a \approx \sqrt{d_r}$$

A d_0 és d_r átmérők közötti kúpos átmenet félkúpszöge α , amelynek névleges értékét a munkadarab geometria határozza meg. Ha a munkadarabon a d_2 és d_0 átmérők közötti átmenet tetszőleges hajlásszögű lehet, akkor az átmenetet célszerű α_{opt} optimális félkúpszöggel kialakítani, ami a redukálás erőszükségletének minimalizálása alapján határozható meg.

A d_r redukáló átmérő után egy rövid kúpos átmenettel d_3 átmérőre bővül a szerszámüreg. Az átmérőkülönbség a d_r és d_3 átmérő között csekély $\varnothing d_3$ névleges mérete megegyezik $\varnothing d_r$ -el, tűrésmező szélessége viszont $H8(H9)$, tehát $\varnothing d_3 = \varnothing d_r$, tűrése: $\varnothing d_3 H8(H9)$. A d_3 átmérőjű hengeres rész szerepe, hogy a d_r átmérőn átlépő szár rugalmas visszarugózásának teret adjon, a kifutó szárrészen a súrlódást csökkentse, de a szárrész esetleges elgörbülését megakadályozza. A munkadarab és a redukáló szerszám tűrésmezőinek elhelyezkedését a 9.9 ábra szemlélteti.



9.9. ábra.

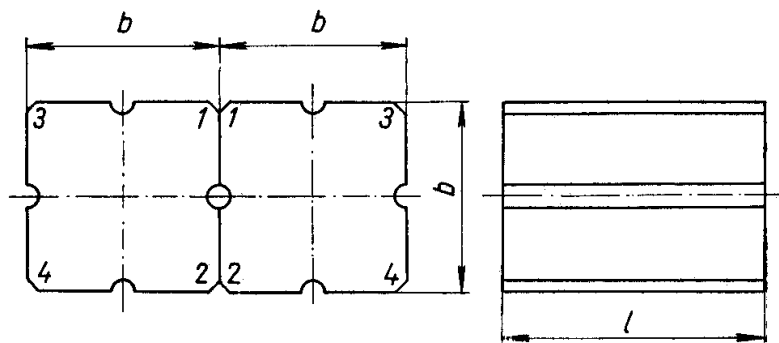
9.3.2 Osztott matrica

Az osztott matrica szerszámacélból készült két négyzetes hasáb, amelynek egymás felé fordított oldallapjaiba munkált üregrészek együtt adják a matricaiüreget. Mind a négy oldallapon üregrészek képezhetők ki, így a pofapárral négyszer annyi munkadarab gyártható, szemben azzal amelyiknek csak egyetlen felülepárjába munkálnak alakító üreget.

A két matricafelet oldallapjaival összeszorítva együtt munkálják meg úgy, hogy közéjük alumínium fóliát, vagy papírlapot helyeznek. A papírlap eltávolítása után a keletkező rés elegendő ahhoz, hogy a matricafelek a szárrészt megfelelően szorítsák, viszont nem olyan méretű, hogy az deformálódjon. Az együtt megmunkált oldalakat számokkal összejelölik. Használatkor a számozás szerint azonos felületükkel összefektetve szerelik fel a zömítősjátóra.

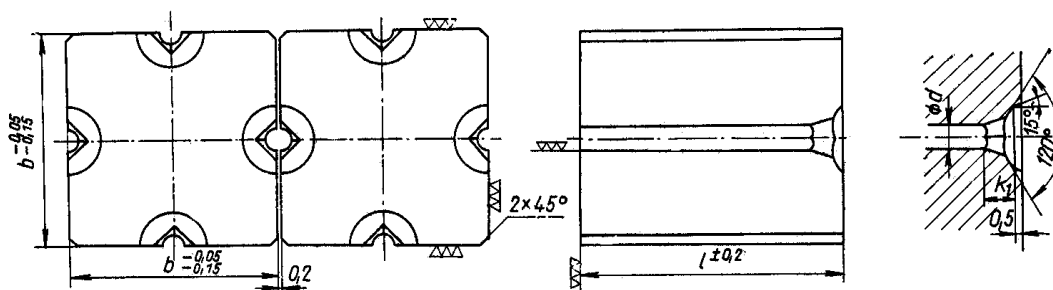
Egy egyszerű osztott pofapárt szemléltet a 9.10 ábra. A matricapár a fej alakadásában nem vesz részt, csak a homloklapjával a fejezést határolja.

A fejezést határoló véglapjánál a furat kopik, a vele szemközti véglapon lévő vágóél tompul. Ez a matricatípus - mert nem tartalmaz a fej alakadásához üregrészt - a két véglapjával átfordítható, ezzel élettartama tovább növelhető.



9.10 ábra.

Kapupántcsavar gyártására alkalmas osztott pofapár látható a 9.11 ábrán. A fej és a szárrész közötti átmenet, valamint a fej alsó részének alakadása is a pofapárba történik.



Alakos pofapár MSZ 2356 kapupánt csavarhoz

9.11 ábra.

A matricafelek "b" oldallaptávolságát a zömítősjátón lévő matricafészek mérete, "l" hosszát a munkadarab hossza határozza meg. Az osztott matrica, a zárt matricával

ellentétben (ahol a kilökőcsap hosszának megfelelő kialakításával többféle hosszúságú) csak egy adott hosszúságú munkadarab gyártásához használható. Ez a készletgazdálkodás szempontjából előnytelen, mert az azonos átmérőjű, de különböző hosszúságú darabokhoz (például csavarok) egy-egy pofapár szükséges.

Kísérleteket végeztek hat- és nyolclapú pofapárok kialakítására, de ezek nem hoztak pozitív eredményt, mert a pofapár felfekvése a matricafészekben bizonytalanná vált.

9.4 Zömítőbélyeg

A zömítőbélyeg kialakítását tekintve lehet:

1. készrezömítő bélyeg
2. előzömítő bélyeg
 - a./ merev
 - b./ rugós kialakítású

Valamennyi típusa készülhet szerszámacélból, vagy keményfémbetűtes kivitelben.

A bélyegek megengedhető felületi terhelése, ha anyagminősége:

szerszámacél: $p_{meg} \leq 1800 \text{ N/mm}^2$

gyorsacél: $p_{meg} \leq 2500 \text{ N/mm}^2$

keményfém: $p_{meg} \leq 1800 \text{ N/mm}^2$

9.4.1 Készrezömítő bélyeg

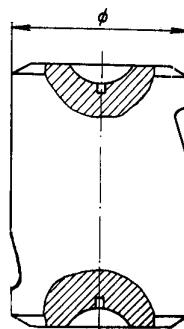
A készrezömítő bélyeg feladata a munkadarab fejének készrealakítása. Az egynyomású sajtón gyártható munkadarabnál az első zömítő műveletben, a kettő vagy háromnyomású sajtón gyártható munkadaraboknál az első vagy második előzömítő művelet elvégzése után történik.

A készrezömítő szerszám belső üregét a zömítendő munkadarab fejalakja, külső méreteit a zömítősajtó nyomószánján kialakított szerszámtartó fészek méretei határozzák meg.

A fej geometriát a készrezömítő bélyeg:

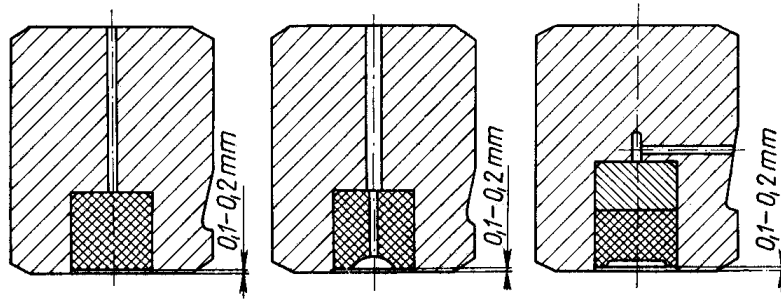
- teljes egészében tartalmazhatja (ekkor a matrica a fej zömítést csak határolja),
- részben tartalmazhatja (a másik rész a matricába kerül kialakításra),
- nem tartalmazza (a fej geometriát teljes egészében a matrica tartalmazza).

A 9.12 ábrán szerszámacélból készült, mindkét végén alakítóüreggel ellátott készrezömítő bélyeg kialakítása látható.



9.12 ábra.

Keményfémbetéttel ellátott készrezőmítő bélyeg kialakításokat szemléltet a 9.13 ábra.

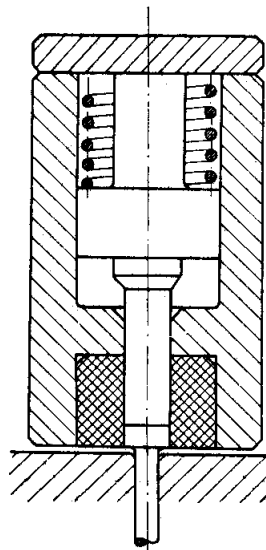


9.13 ábra.

A keményfémbetét beépítésénél ügyelni kell arra, hogy a betétet ne érje közvetlen ütés. Ezért a betétfészket a betétmagasságnál 0,2 ... 0,35 mm-el mélyebbre kell készíteni. A fészekben a betét felfekvését a véglap teljes területén biztosítani kell. A betétek besajtolása a fészekbe túlfedéssel történik, ezért a betét alatti térből a levegő eltávolozást megfelelő furattal kell biztosítani.

Ugyancsak levegőfurattal kell ellátni a készrezőmítő bélyeg alakadó üregét, ha éles sarkokat akarunk kialakítani a fejen, vagy mély üreget akarunk kitölteni anyaggal. Ezzel elkerülhetjük a levegő, vagy kenőanyag párna kialakulását. Fontos a furatátmérő helyes megválasztása. A túl kis átmérőjű furat eltömődik, a túl nagy átmérőjűbe betüremkedhet az anyag.

Ha a munkadarab feje a készrezőmítő bélyegbe beragadhat, a rugós előzömítő bélyegekhez hasonló megoldással kell abból eltávolítani (9.14 ábra).



9.14 ábra.

9.4.2 Előzőmítő bélyegek

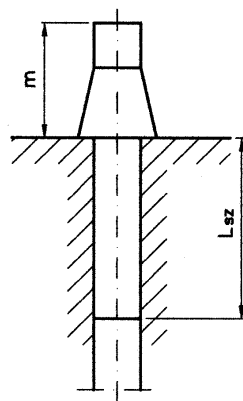
Feladatuk a matrica előtt - fej kialakításhoz - szabadon hagyott hossz csökkentése, a kihajlásveszély elkerülésére.

9.4.2.1 Merev előzőmítő bélyeg

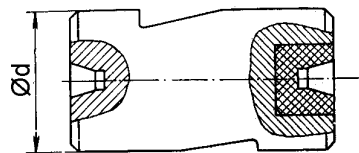
Merev előzőmítő bélyeget lehet alkalmazni, ha a munkadarab szára kellően hosszú. Nem alkalmazható rövid szárú darabok - zárt matricában végzett - előzőmítésére, mert kihúzza a darabot a matricából.

A matricában maradás szempontjából rövid szárúnak kell tekinteni a darabot, ha $L_{SZ} < 1,5 \cdot m$ (lásd: 9.15 ábrát).

Merev előzőmítő bélyeget szemléltet a 9.16 ábra.



9.15 ábra.



9.16 ábra.

A bélyeg mindkét végébe bemunkálható az előzőmítő üreg, ezzel a szerszám kihasználása megkétszerezhető. Kialakítható keményfémbetűtes kivitelben is amit az ábra jobboldali része szemléltet.

9.4.2.2 Rugós előzőmítő bélyeg

Ha a rövid szár miatt fennáll a zárt matricában előzőmített darab kihúzásának veszélye, akkor rugós előzőmítő bélyeget kell alkalmazni. A szerszám elvi vázlatát - az alakítás különböző fázisaiban - a 9.17 ábra szemlélteti.

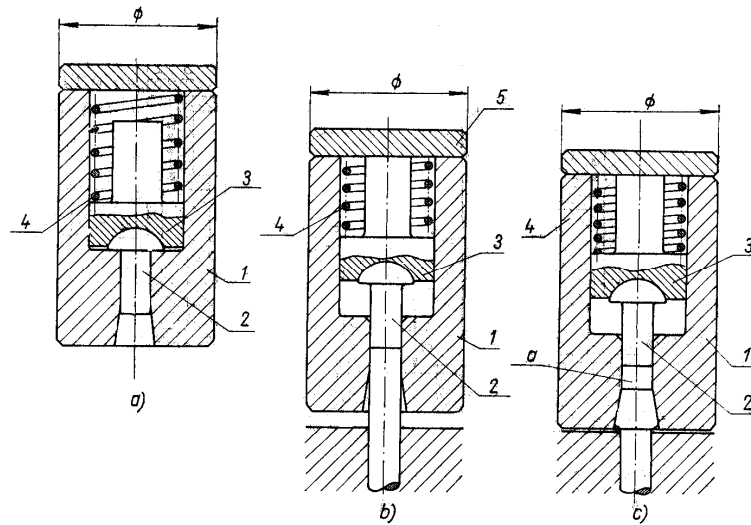
Az a./ ábra a szerszám alaphelyzetét mutatja. Az 1 előzőmítőházban axiális irányban elmozduló 2 előzőmítőcsapot a 3 támasz a 4 rugó nyomásával elülső helyzetbe tolja.

A nyomószán előre mozgásakor a 2 előzőmítőcsap felütközik a matricából kiálló huzal - vagy rúdvégre, majd az 1 házban hátrafelé elmozdul a 4 rugó nyomása ellenében mindaddig míg a 3 támasz csapja felütközik az 5 edzett zárólapon (b./ ábra). Ebben a helyzetben az előzőmítő csonkakúpos és hengeres térfogatrésze képezi a számításokkal meghatározott előzőmítő üreget.

A nyomószán további előre mozgása során a rugós előzőmítő bélyeg zömítőüregre kialakítja az előzőmített fejalakot (c./ ábra).

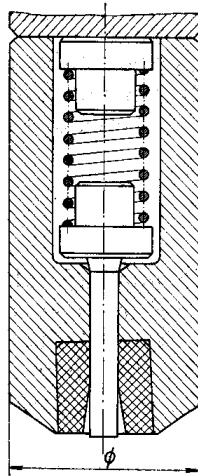
A nyomószán hátramozgásának kezdetekor az 1 előzőmítőház a nyomószánnal együtt mozog, viszont a 2 előzőmítőcsap a 4 rugó nyomása következtében a matricába nyomva tartja az előzőmített darabot, mindaddig amíg a 2 előzőmítő csap fejének alsó síkja

felütközik az 1 előzőmítőház üregének fenékrészére. Ekkorra az előzőmített fej a kúpos faltól már eltávolodott, tehát a kihúzásveszély megszűnt.



9.17 ábra.

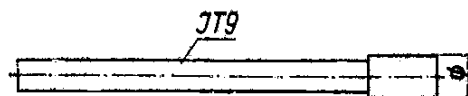
A rugós előzőmítőszerszám keményfémbevetés változatban is kialakítható amelyet a 9.18 ábra szemléltet.



9.18 ábra.

9.5 Kilökő

Elvi vázlat a 9.19 ábrán látható.



9.19 ábra.

Feladata:

- a zömítőter határolása a matrica furatában,
- a zömítés befejezése után a munkadarab kitolása a matricából.

A kilökő hosszának meghatározásánál feltételezzük, hogy a munkadarabot a kilökés során a matrica teljes hosszán kísérni tudja. Ezért a kilökők általában hosszú, vékony (karcsú) szerkezeti elem. Fennáll annak a veszélye, hogy a munkadarabon keresztül ható nagy zömítőerő, vagy a kilökéskor fellépő súrlódóerő hatására kihajlik, eltörik.

A kilökő és a matrica között csak olyan szűk méretű rés engedhető meg, amely csökkenti a kihajlásveszélyt, de nem akadályozza az axiális irányú elmozdulását. A tapasztalat szerint ez H7(H8)/f7 pontosságú matricához való illesztésével megvalósítható.

Felhasznált irodalom:

- [1] dr.Horváth L.: Képlékenyalakító technológiák elméleti alapjai
BMF jegyzet
- [2] dr.Horváth L.: Képlékenyalakítási alapeladatok elemzése a képlékenység tan
módszereivel
BMF jegyzet
- [3] Dr.Artinger I. – Bauer F. – Dr.Ziaja: Hegesztéstechnológia, hőkezelés, képlékeny
alakítás Gyakorlati jegyzet
Tankönyvkiadó, Bp.1972
- [4] Szabványgyűjtemények 52. kötet. Hidegalakító és térformázó szerszámok
Szabványkiadó, Bp. 1986
- [5] Metals Handbook, Forming and Forging
ASM International, OHIO, 1988