

Elsődleges meleg térfogat alakítások

Kohászati félkész gyártmányok
előállítása

Kohászati technológiák

Kiinduló anyag:

- Öntött tuskó
 - Kovácstuskó (közel négyzet keresztmetszetű)
 - Előhengerelt buga (kissé lapos)
 - Lemezbuga (lapos)
- Folyamatosan öntött rúd vagy szalag
 - Az előzőeknél sokkal kisebb keresztmetszetű (pl. 120x120 mm)
 - A méretek igény szerint módosulnak

A kiinduló alakok továbbalakítása

Melegalakítások

- Kovácstuskó
 - Rudak
 - Hengerhuzalok
 - Körbugák
- Előhengerelt buga
 - Idomacélok
 - Sínek
- Lemezbuga
 - Lemezek
 - Szalagok

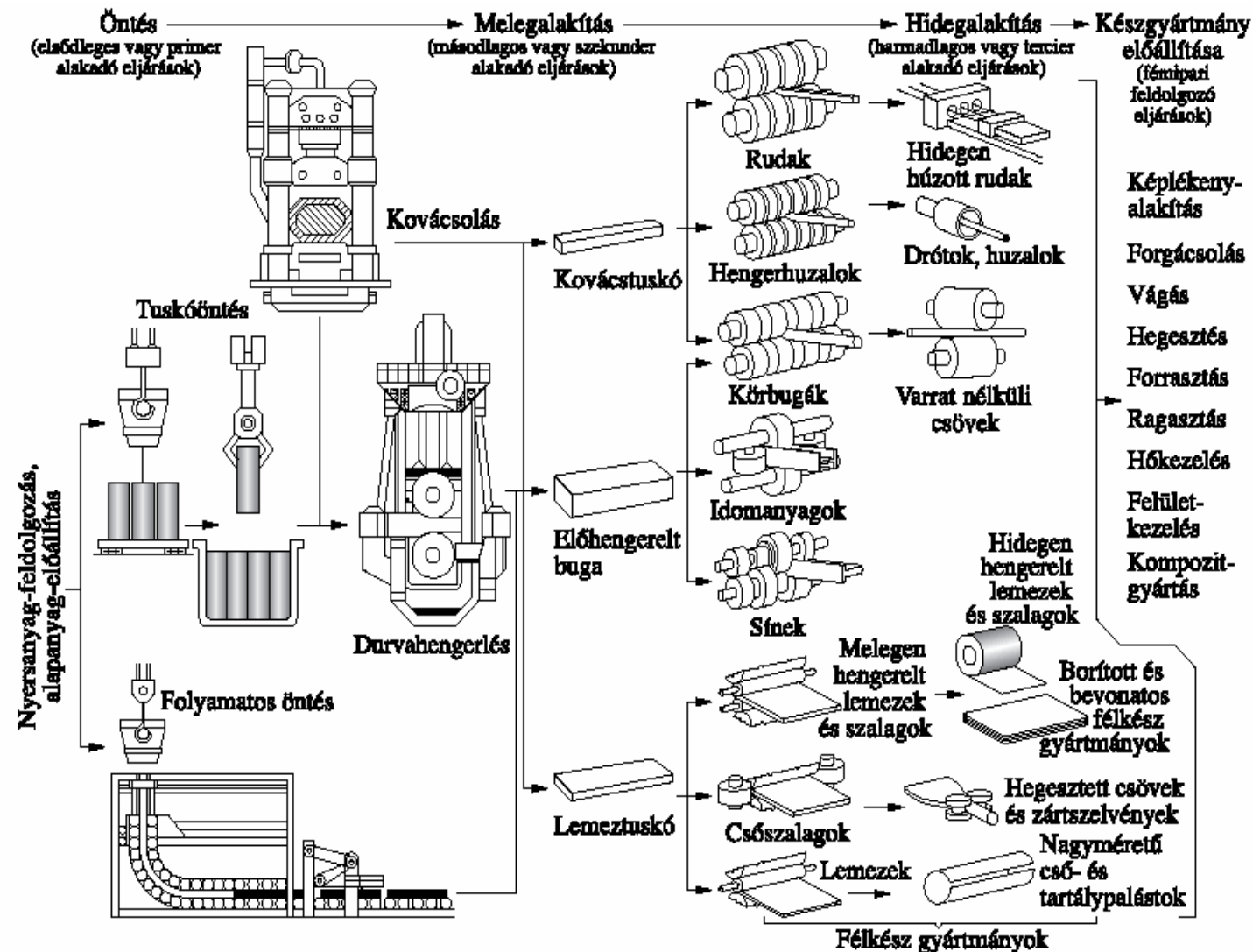


Hidegalakítások

- Hidegen húzott rudak
 - Drótok
 - Varrat nélküli csövek
-
- Hidegen hengerelt lemezek
 - Hegesztett csövek, zártszelvények (szalagból)



A technológiák áttekintése

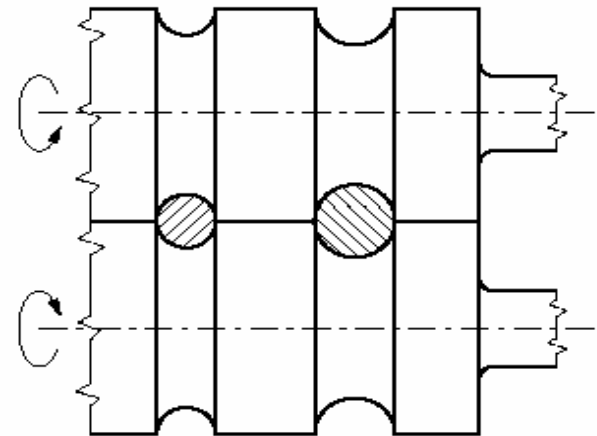
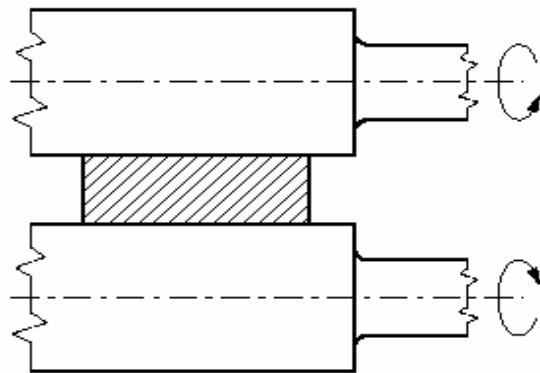


Kohászati képlékenyalakító eljárások

- Hengerlés
- Kovácsolás
- Varratnélküli csőgyártás
- Rúd-, huzal- és csőhúzás
- Rúd- és csőszajtolás

Ezek mind melegalakító eljárások
(újrakristályosodási hőmérséklet felett végzett alakítások)

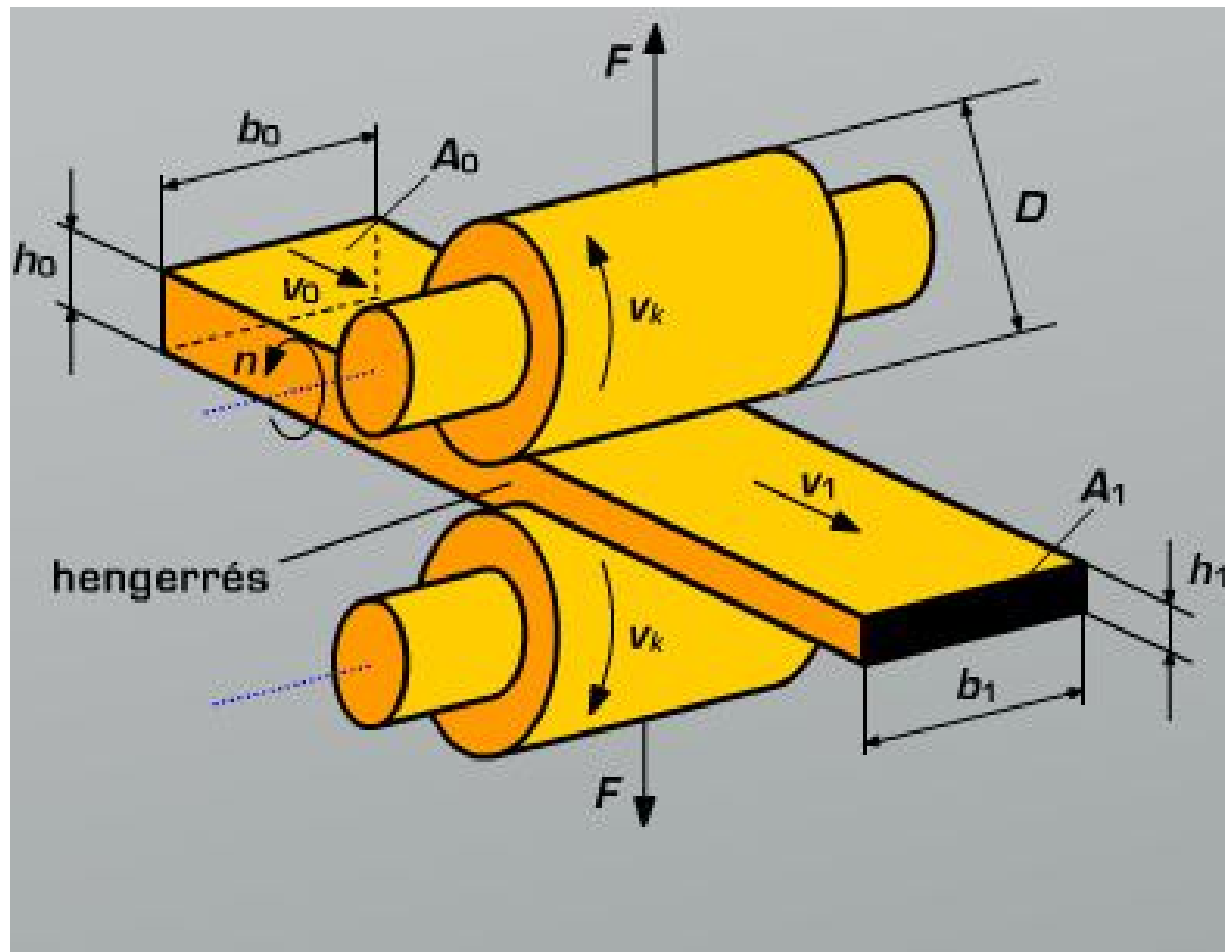
Hengerlés (1)



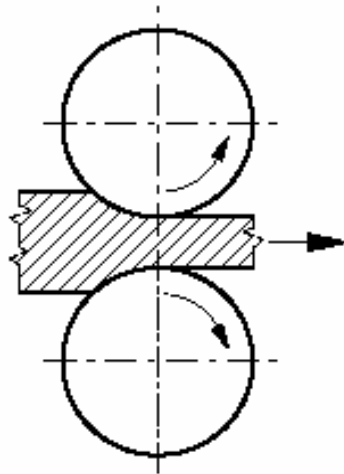
Lemez vagy szalag Idom (pl. körszelvény)

hosszirányú hengerlése

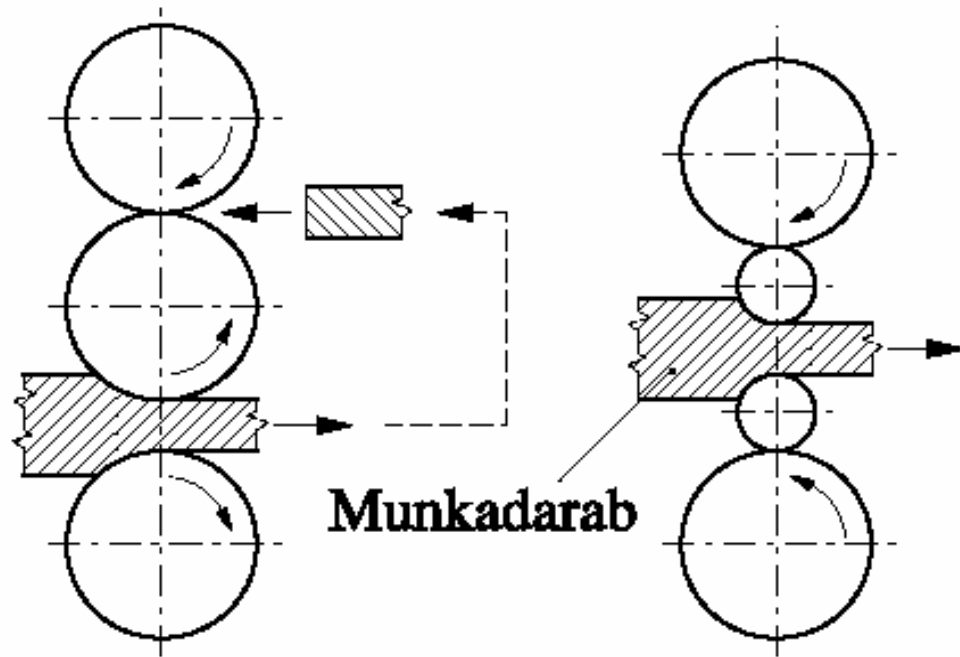
A hengerlés geometriai viszonyai



Hengerjáratok



duó



trió

kvarto

hengerlési elrendezések

Hengerlő berendezések (hosszirányú)

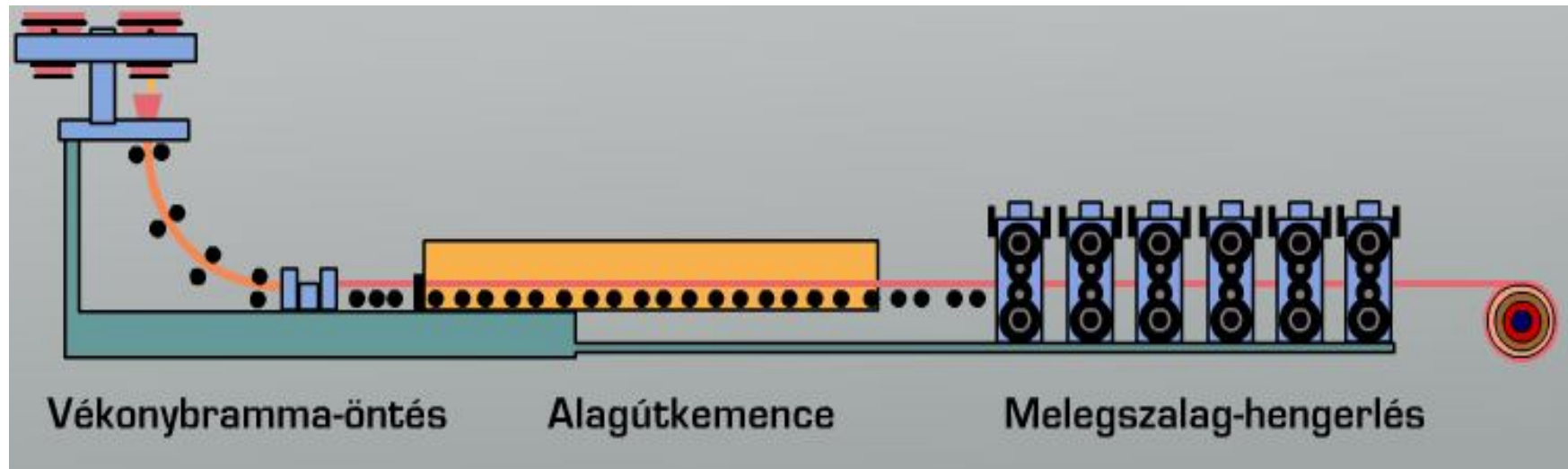


Hengersorok

- Az egymást követő alakítási lépéseket célszerűen sorba rendezett hengerállványokon végzik
- Ilyenkor a hengerek beállításai a fogyási tervnek megfelelően követik egymást.



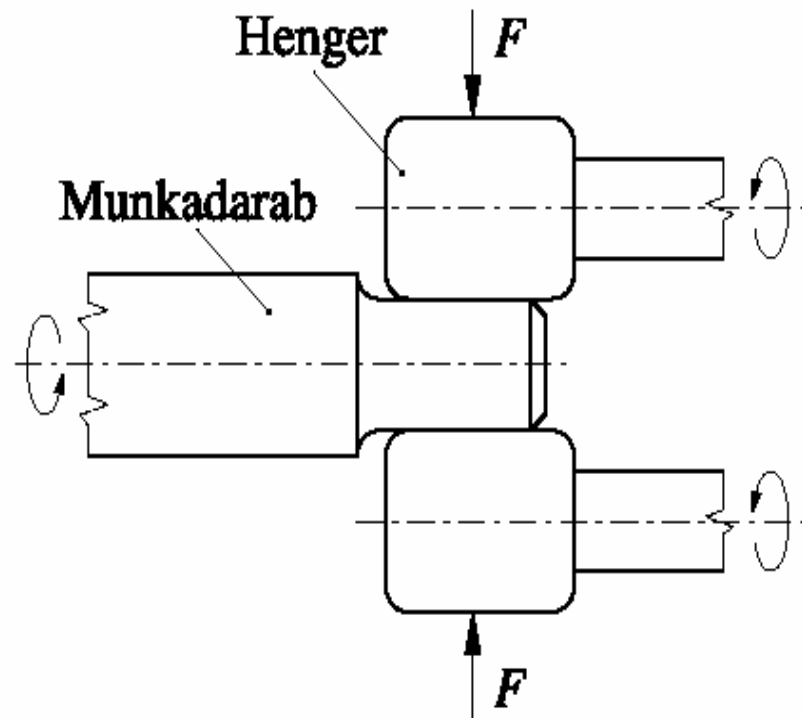
Folyamatos öntés és hengerlés



Gazdaságos, új eljárás szalagok hengerlésére közvetlenül a folyamatosan öntött vékonybramma szalagból

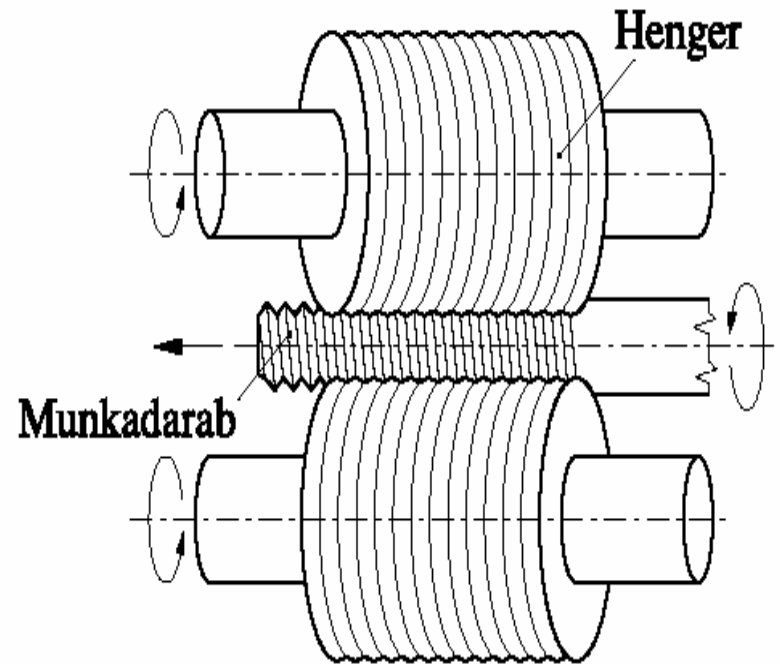
Keresztirányú hengerlés

- A hengerlendő anyag a hengerek között forgó mozgást végez
- Ezzel az eljárással vállak, csapok alakíthatók ki hosszabb rudakon



Ferde irányú hengerlés

- A szögben elhelyezett két forgó henger között a munkadarab forog és tengelyirányban halad
- Ilyen a menet-hengerlés és a Mannesmann-féle csőgyártás (lásd később)



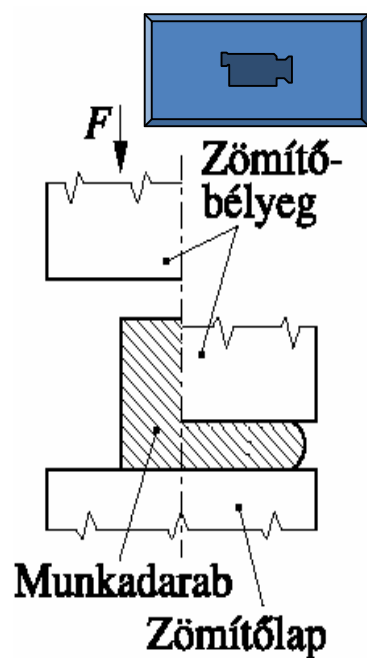
Menethengerlés (hidegen)

Kovácsolás

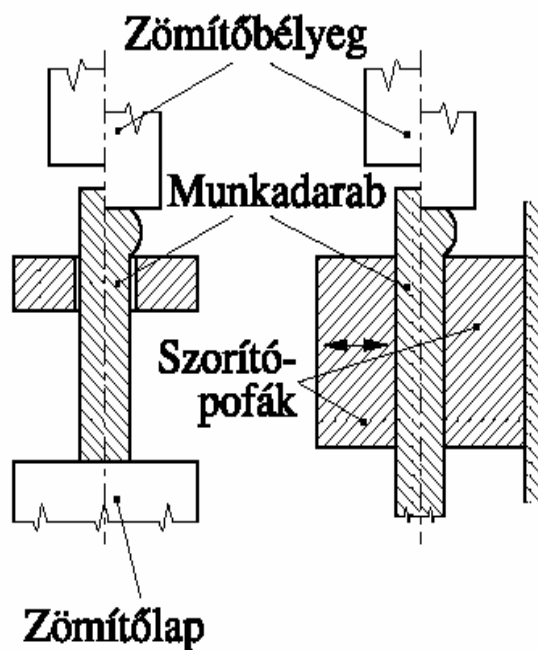
- Elve: az újrakristályosodási hőmérséklet felett ütéssel vagy sajtolással (lassú nyomással) végzett alakítás
- Fajtái:
 - Szabadalakító és
 - Süllyesztékes kovácsolás

Szabadalakító kovácsolás

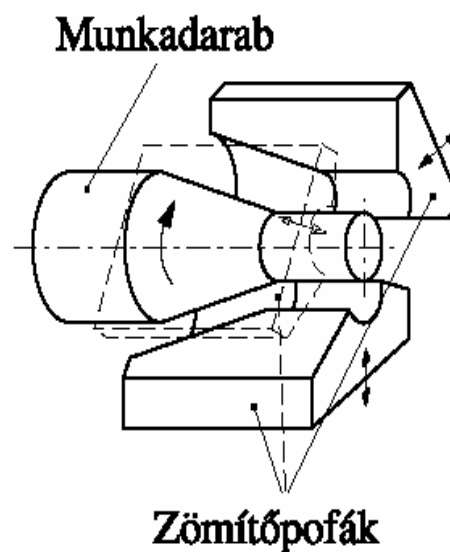
- A szerszám csak részben érintkezik az alakítandó darabbal
- Egyszerű szerszámokkal, durva előalakításra alkalmas



Zömítés



Duzzasztás



Körkovácsolás

Tuskó szabadalakító kovácsolása

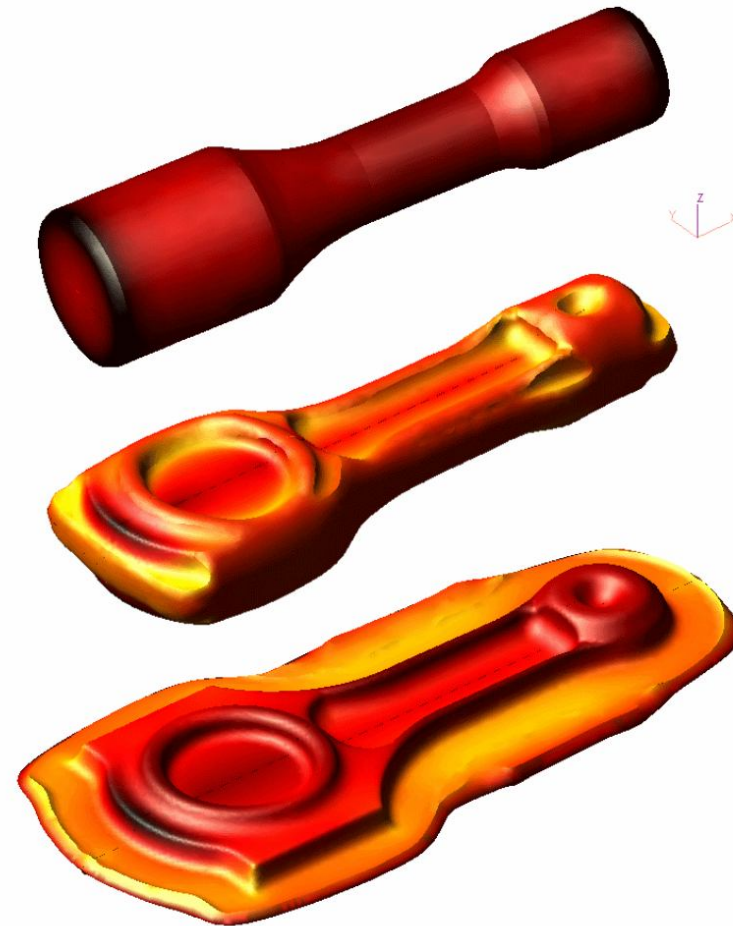


Süllyesztékes kovácsolás

- A melegalakítás zárt üregben történik, ez a süllyeszték
- A süllyeszték osztósíkja körül egy sorjacsatorna helyezkedik el, amely egyrészt gátolja az anyag kiáramlását, másrészt befogadja a felesleges anyagot
- A nyitás megkönnyítése érdekében az osztósíkra merőleges síkokat néhány fokos ferdeséggel kovácsolják

Példa: kovácsolt hajtórúd

- Előalakítás: nyújtó zömítés
- Előkovácsolás
- Kész alak, körben a sorjacsatorna



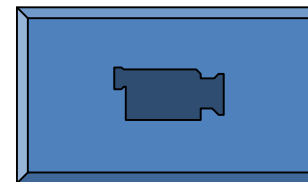
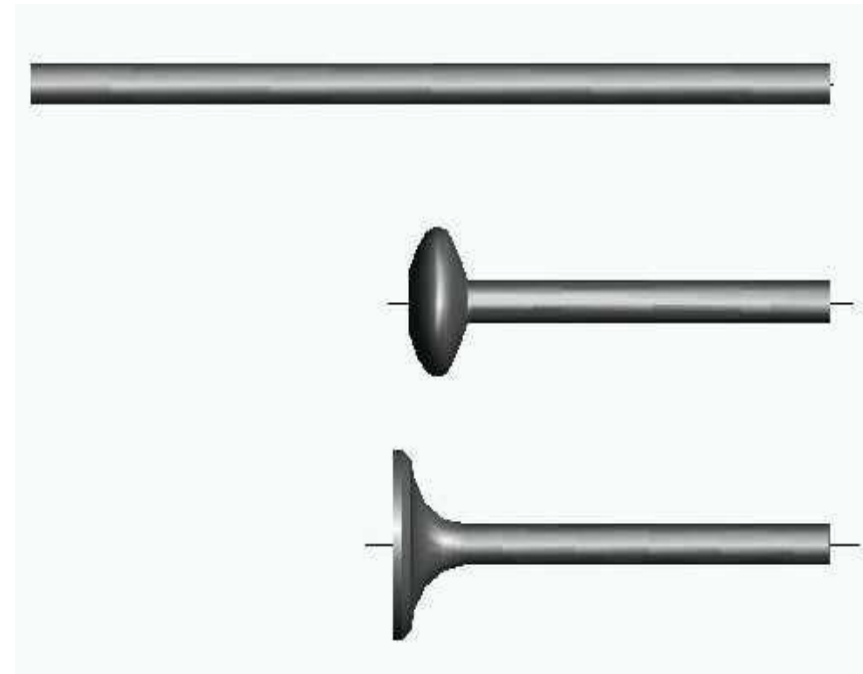
Példa: villáskulcs

- Darabolás
- Előalakítás
- Készrealkaítás, sorjás munkadarab
- Sorjázott munkadarab

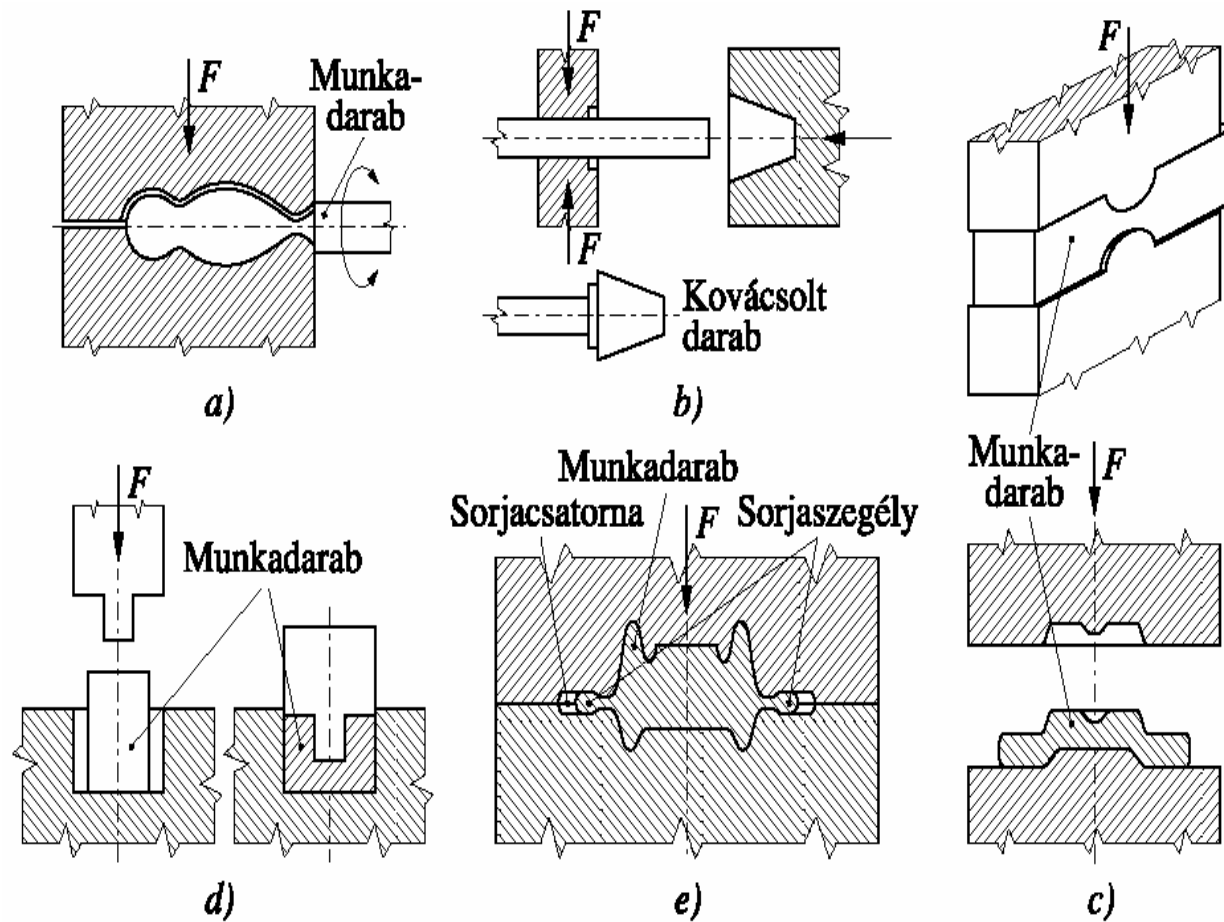


Példa: szelep

- Darabolás
- Előalakítás villamos duzzasztással
- Készre-alakítás, sorjázott munkadarab



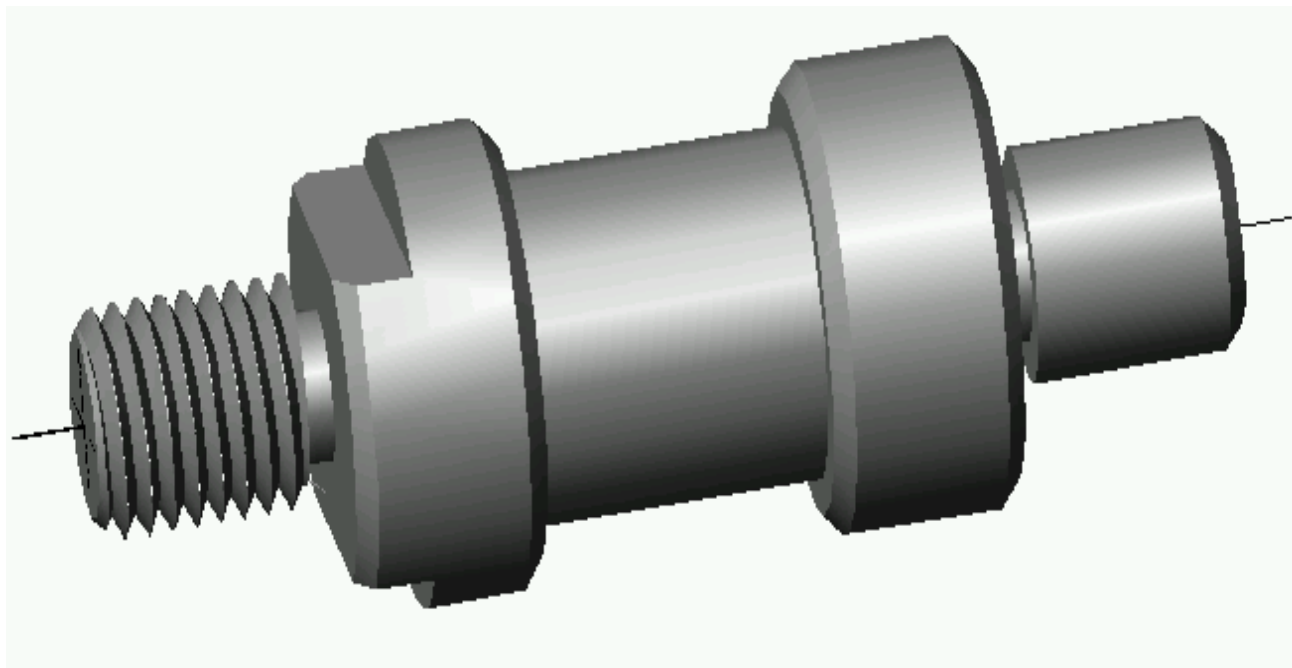
Süllyesztékes kovácsoló műveletek



Süllyesztékes kovácsdarab tervezése

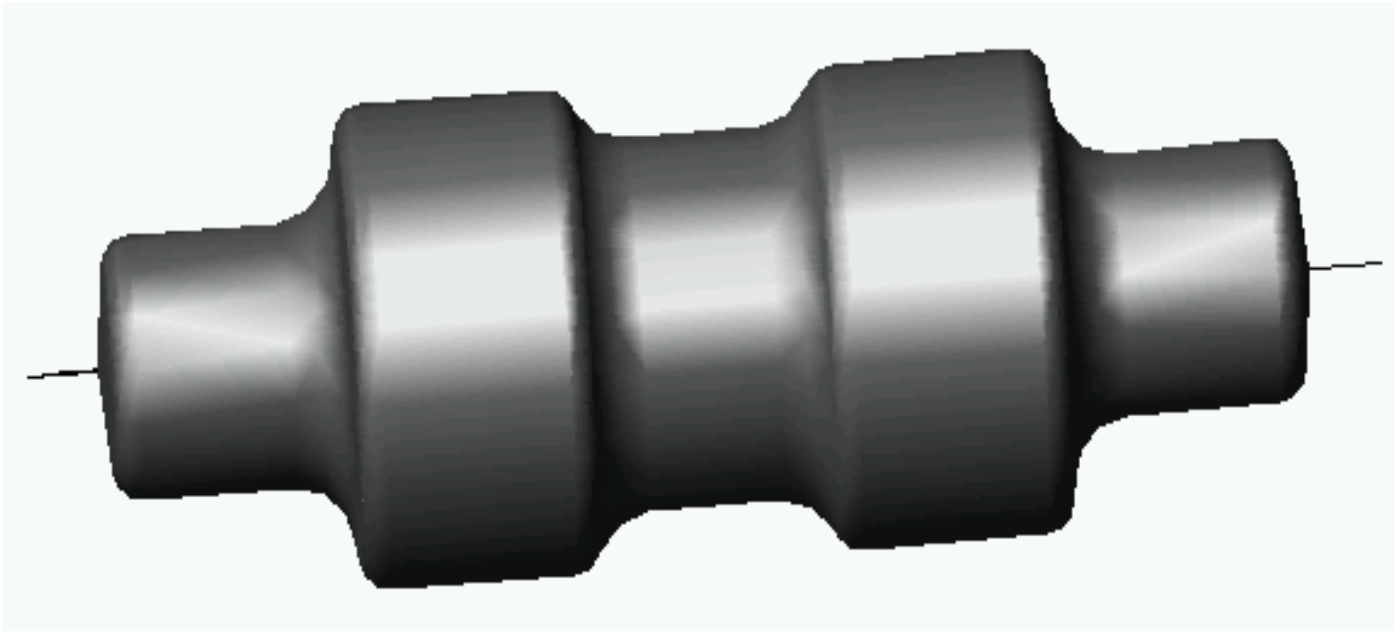
- A jól tervezett kovácsdarab figyelembe veszi az utólagos megmunkálást, a szükséges biztonsági határon belül jól megközelíti a készdarab alakját és méretét és lehetővé teszi a gazdaságos kovácsolást.

Példa: tengely



Kész alkatrész

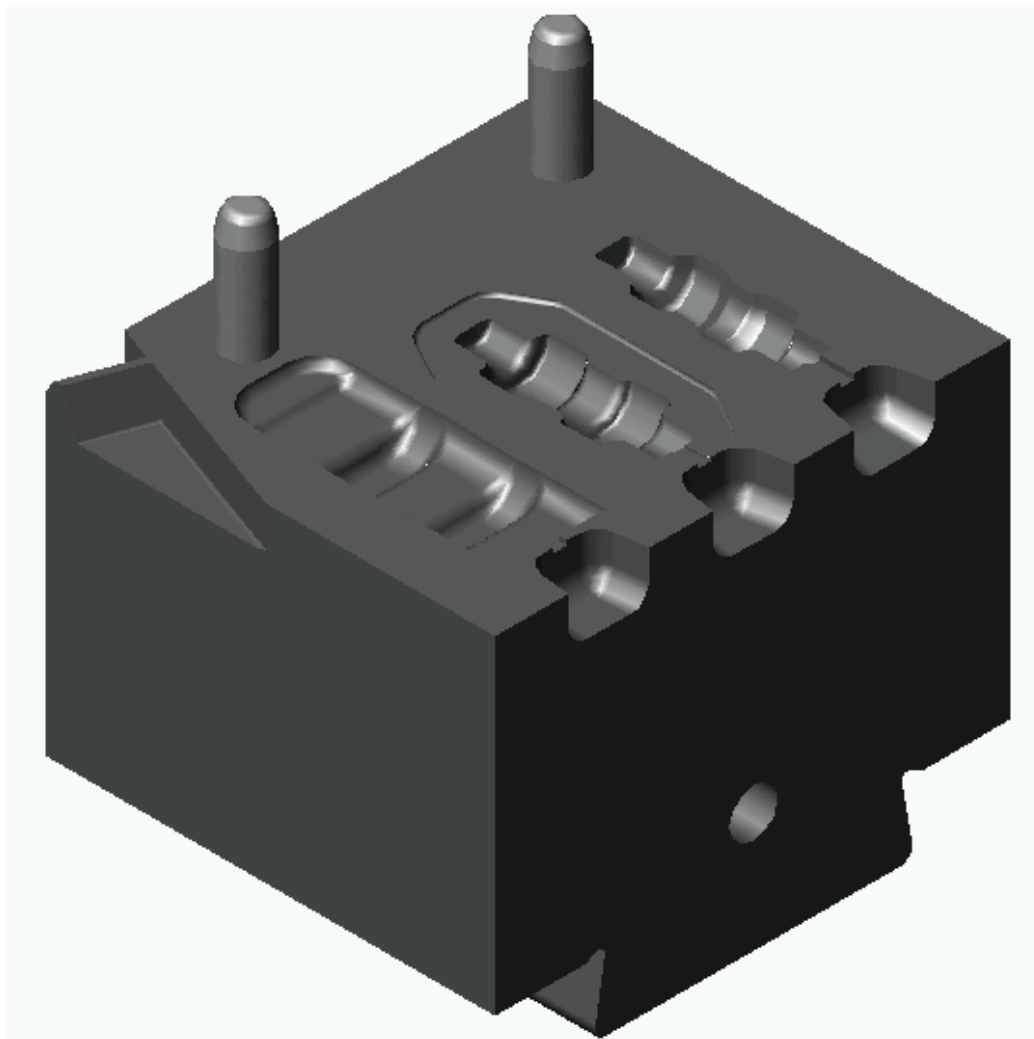
Példa: tengely



Kovácsdarab

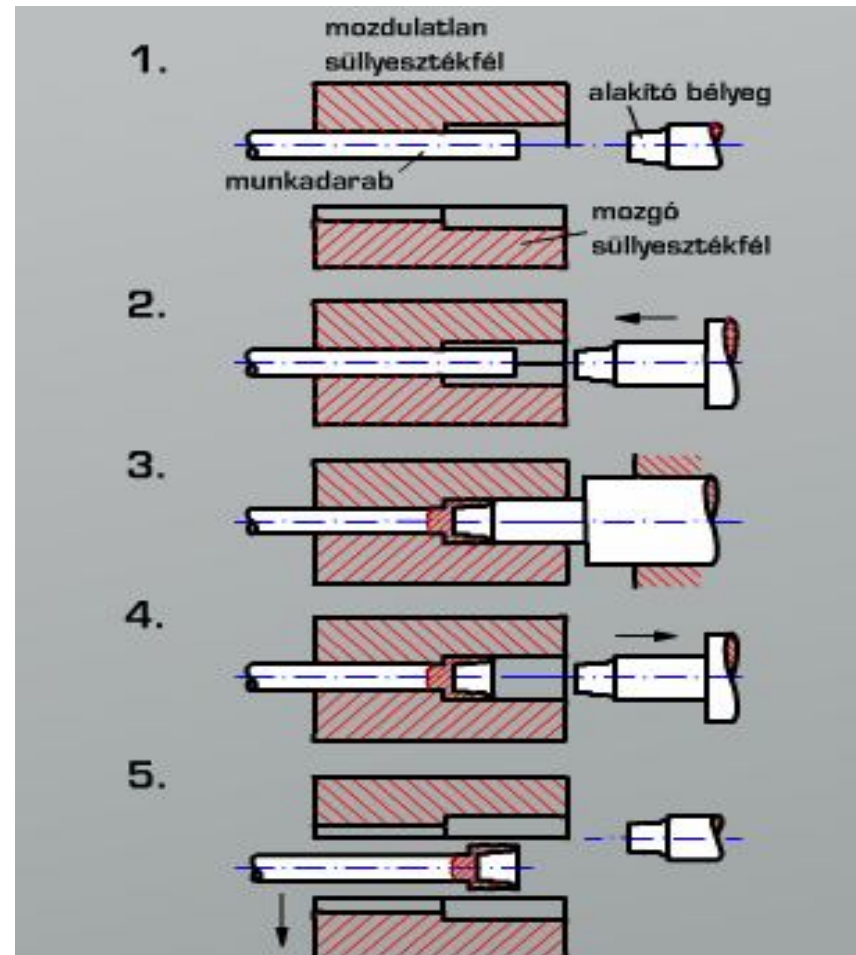
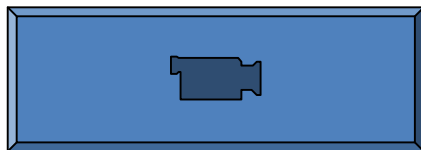
- Forgácsolási hozzáadással, oldalferdeséggel és lekerekítési sugarakkal ellátott tengely

Többüregű kalapácssüllyeszték



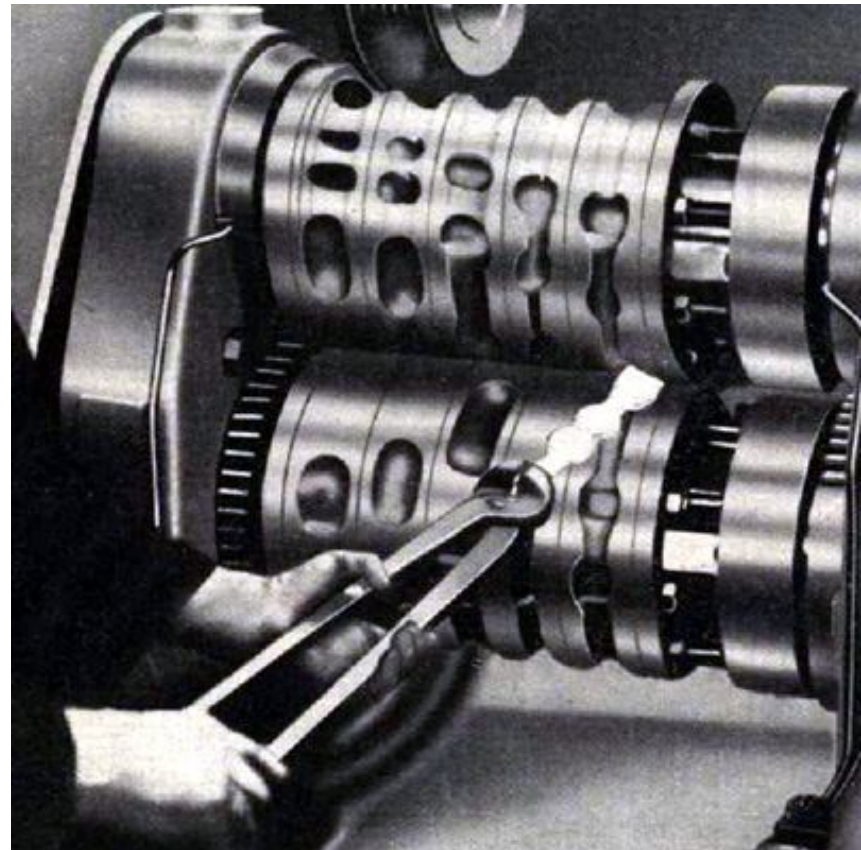
Vízszintes kovácsológép

- Ezzel az eljárással sorjamentes alakítás valósítható meg
- Bonyolult alakok kovácsolására alkalmas
- A süllyeszték felek osztottak
- Az eljárásnak hidegalakításos változata is ismert



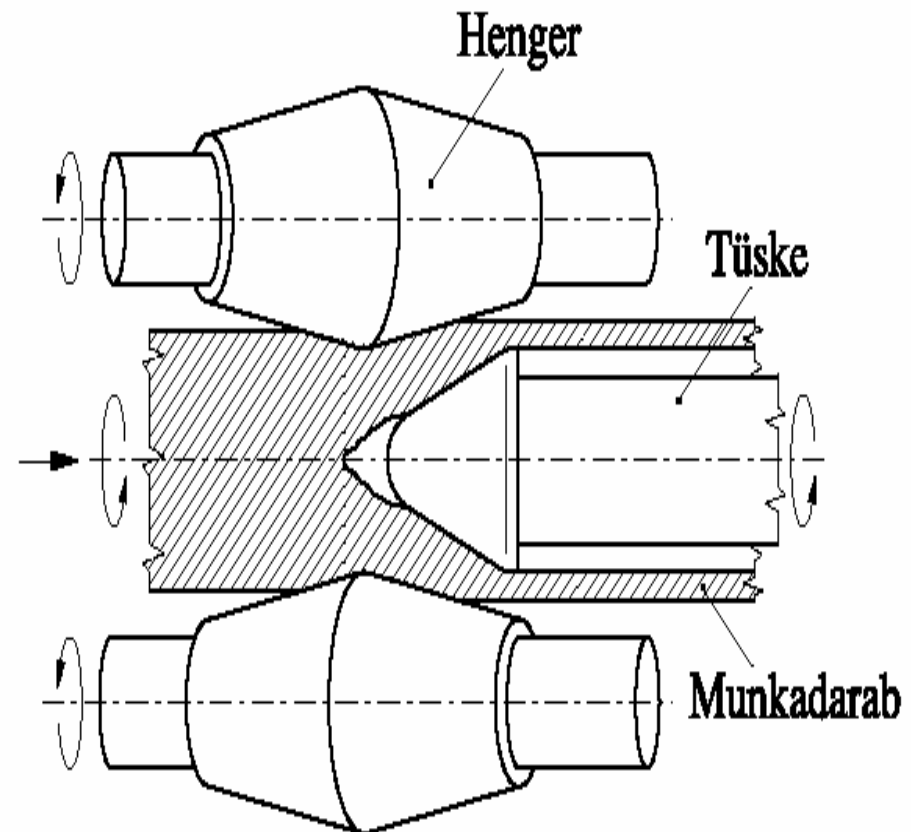
Kovácsshengerlés

- Az előgyártmányt forgó hengerpár palástján kialakított, az alakítási sorrendnek megfelelő üregekbe helyezik, a hengerpár egy fordulata egy alakítási lépést eredményez



Varrat nélküli csőgyártás (1)

- Speciális haránthengerlési eljárásnak tekinthető
- A szögben elhelyezett, forgó hengerek nyomó hatására a rúd belseje felreped, és a túske bővíti a furatot

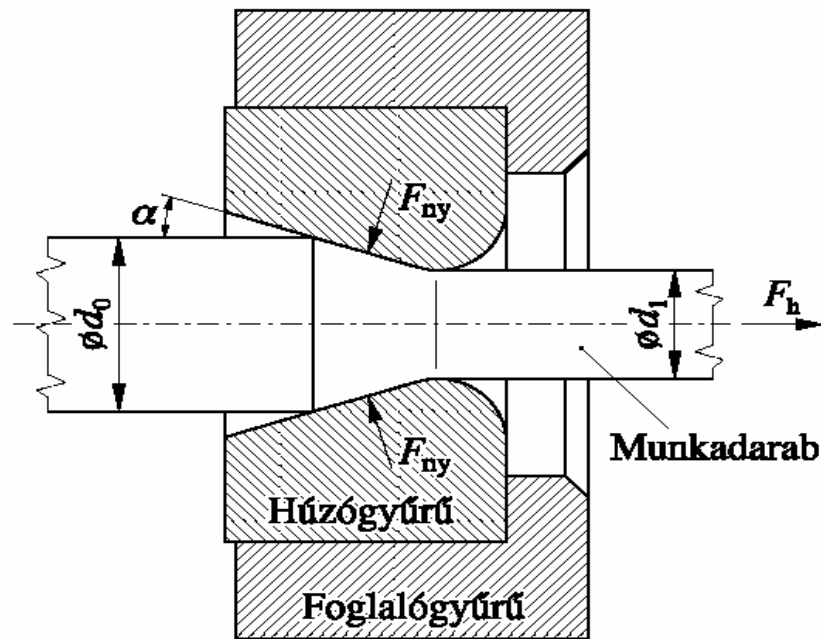


Varrat nélküli csőgyártás (2)

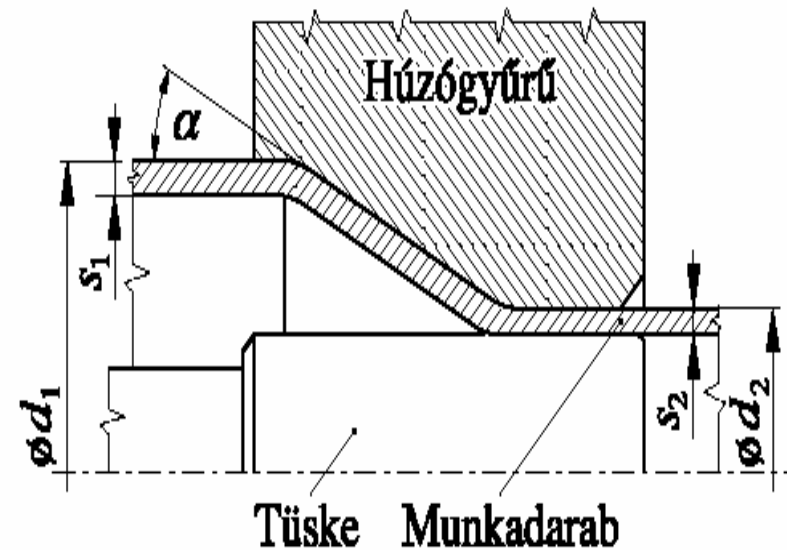
A csőgyártás folyamata

- Lyukasztás ferde hengerek között
(Mannesmann eljárásnak is nevezik)
- Tovább alakítás un. Pilger hengereken, ez a kovácshengerléshez hasonló eljárás
- Végso méretre alakítás csőhúzó gépeken

Rúd-, huzal- és csőhúzás elve



rúdhúzás

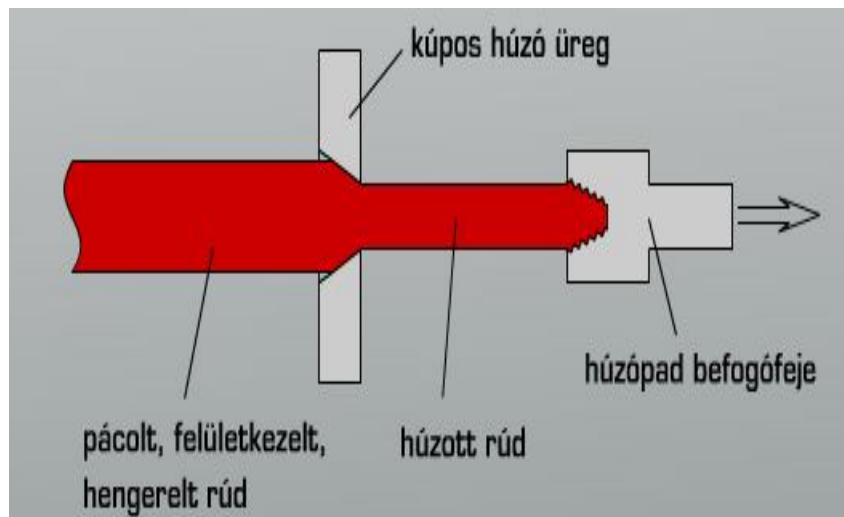


csőhúzás

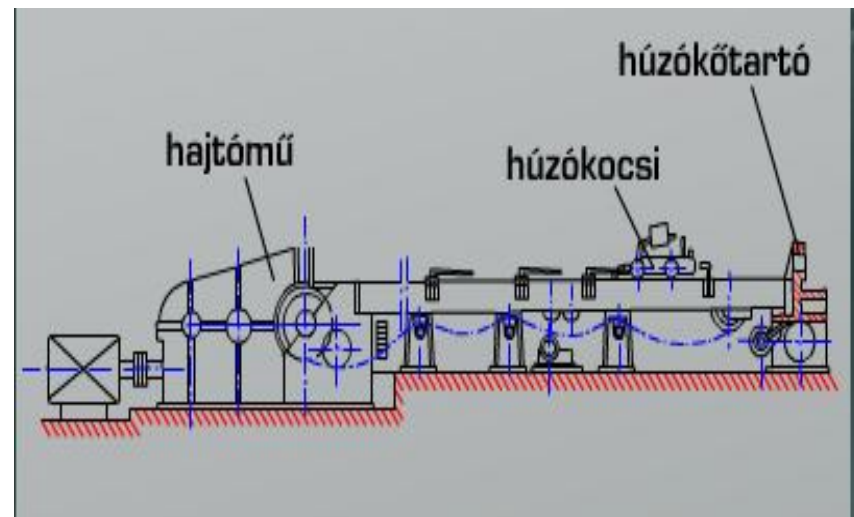
Mindegyik művelet kúpos üregben végzett alakítás

A huzalhúzás végetlenített rúdhúzásnak tekinthető

Rúdhúzó gép vázlatja



Kúpos húzószerszám

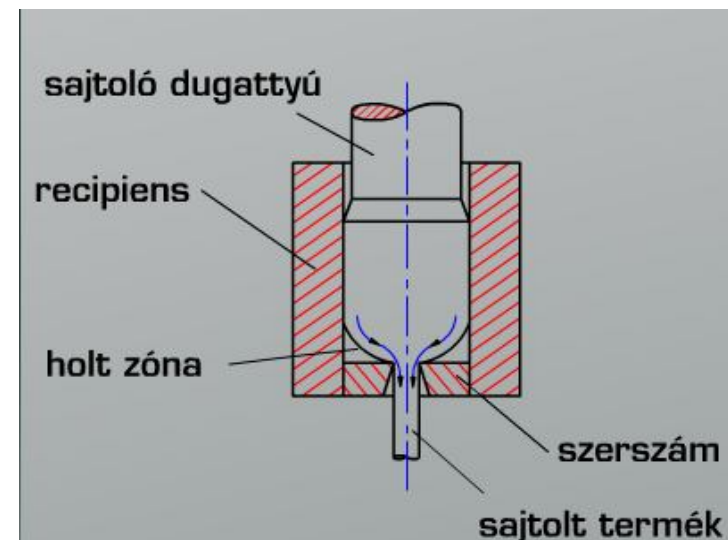
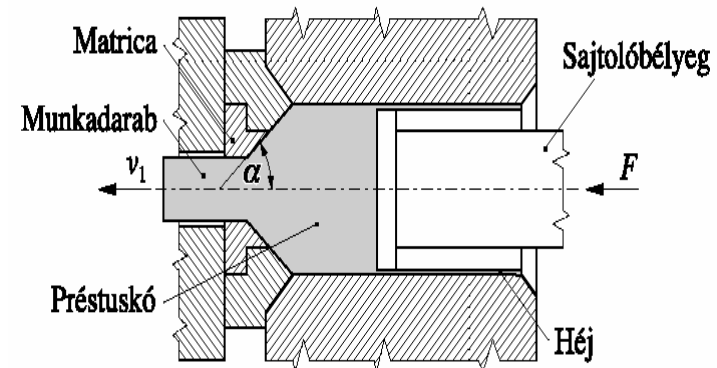


Láncos húzópad

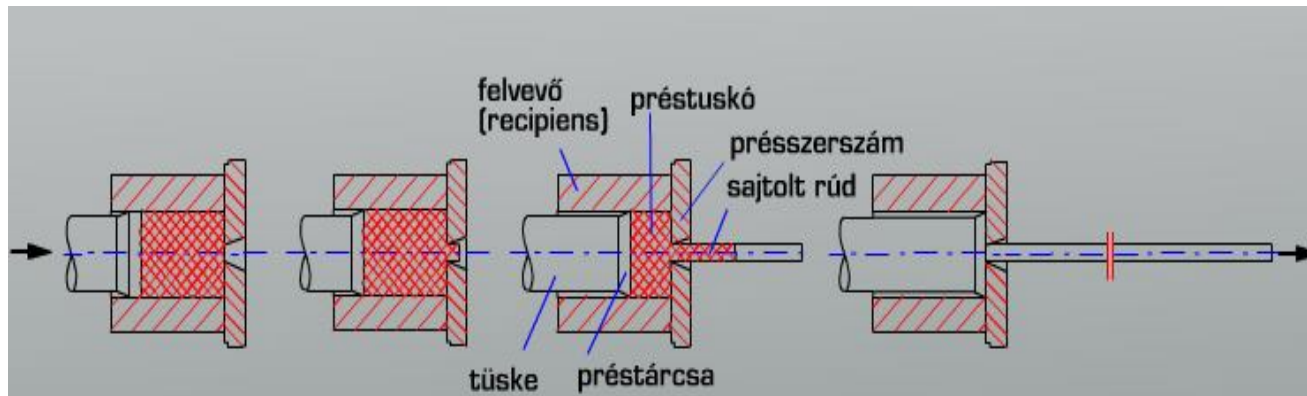
Rudak alakítása több lépésben történik, túl nagy fogyás beállítása a húzott szakasz elszakadásához vezetne.

Rúd- és idom sajtolás

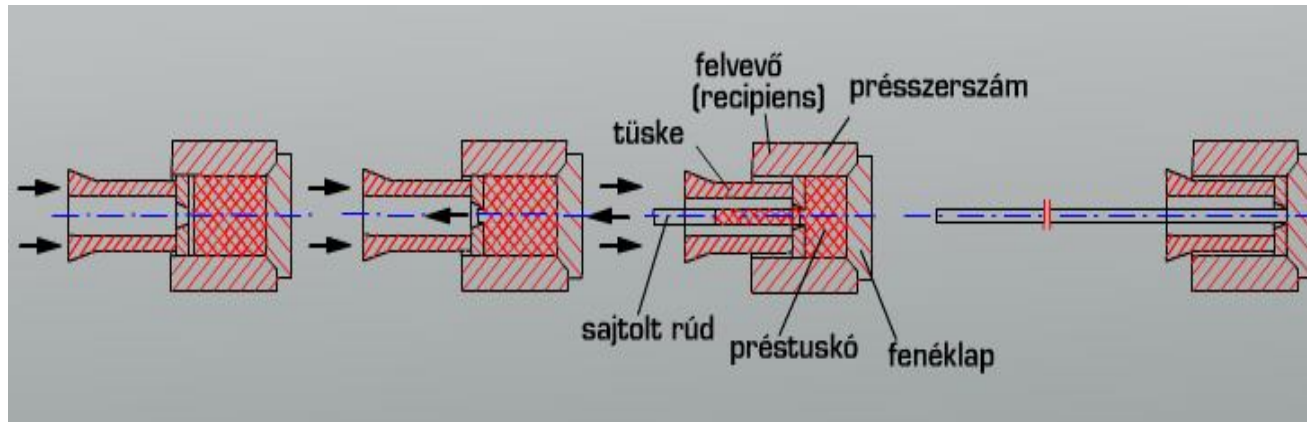
- A felhevített matricába helyezett meleg előgyártmányból nagy nyomással rudat vagy profil anyagot sajtolnak
- Ez is kúpos üregben végzett alakítás, de a kúp az anyagfolyásból is alakulhat
- Elsősorban alumíniumot sajtolnak 300...400 C°-on (sínek, profilok)



Rúdsajtolás változatai

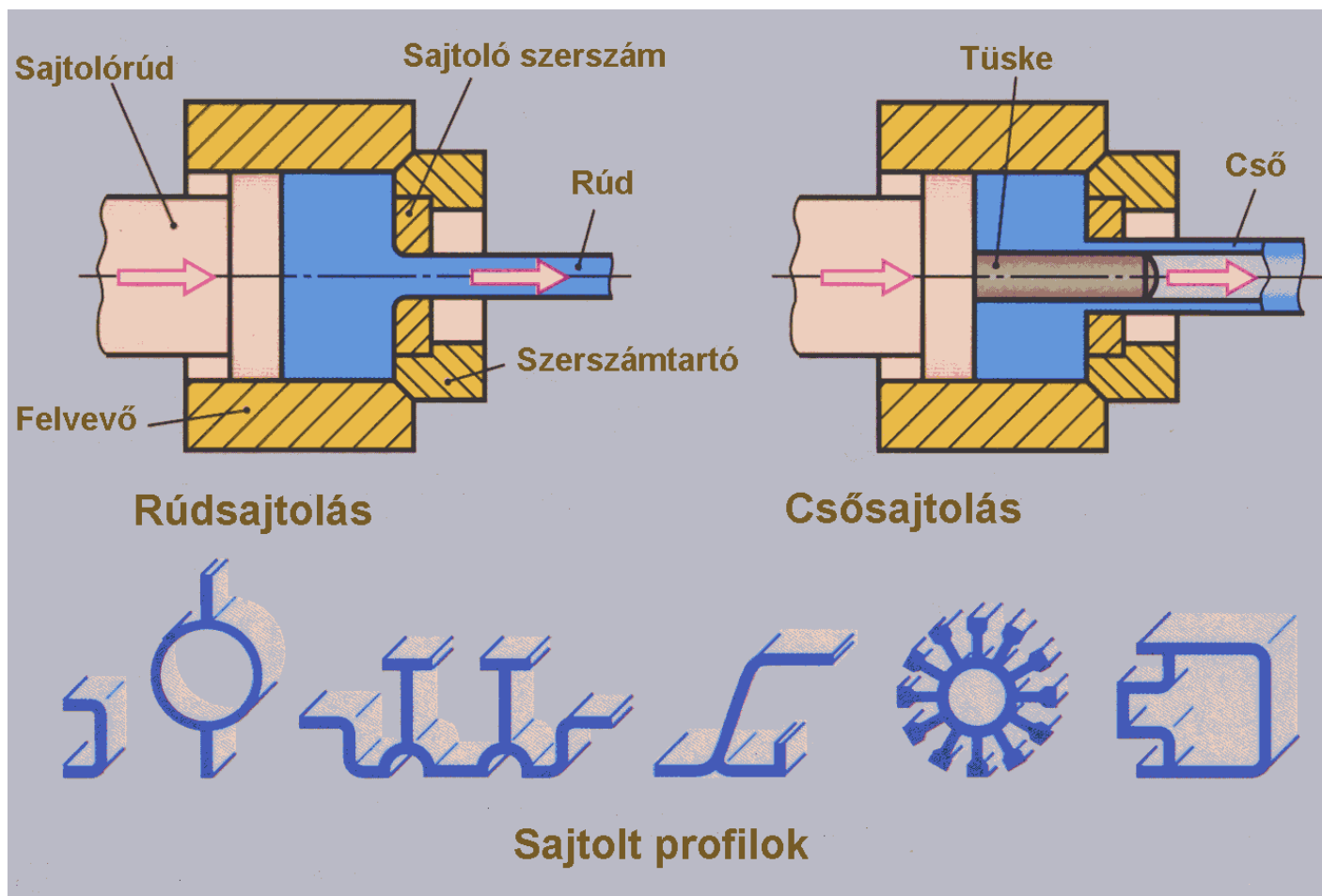


Direkt vagy
előre sajtolás

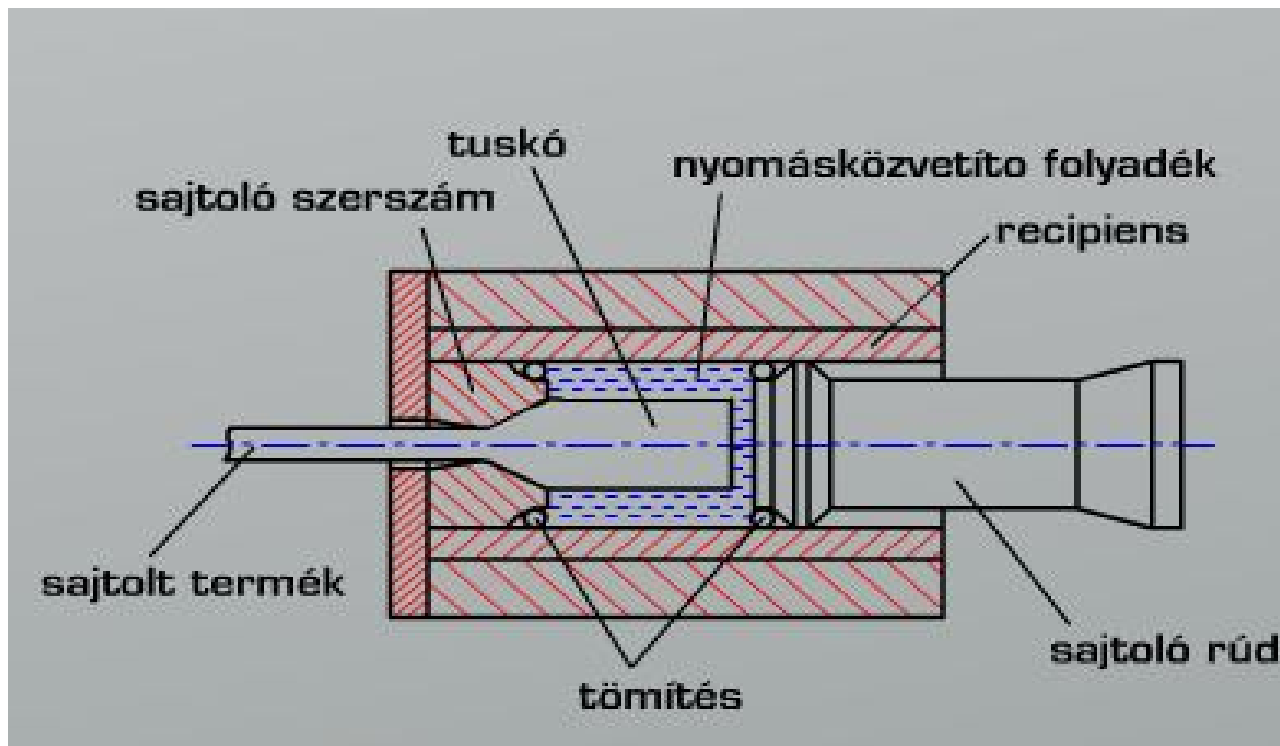


Indirekt vagy
hátra sajtolás

Sajtolással gyártott profilok



Hidrosztatikus sajtolás

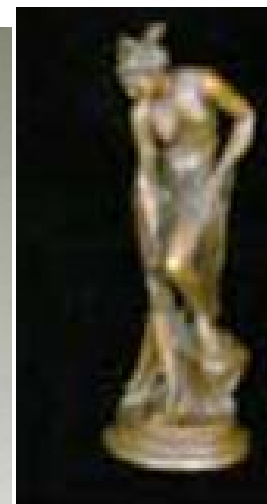


A munkadarabot nyomásközvetítő folyadék sajtolja ki az üregből

Nehezen sajtolható fémek megmunkálására használják



ÖNTÉS - Öntészeti technológiák



**Tömb, hulladék,
folyékony fém**

Öntészet

**Alakos féltermék/
késztermék**

Öntés során: az olvadt fémet egy célszerűen kialakított üregbe – formába öntik . A megdermedt öntvény alakját, méretét a forma határozza meg.

Alkalmazhatósága: egyedi-, sorozat-, és tömeggyártás

Öntvényanyagok: acél, öntöttvas, könnyű- és színesfémek, ...

Öntészeti technológiák

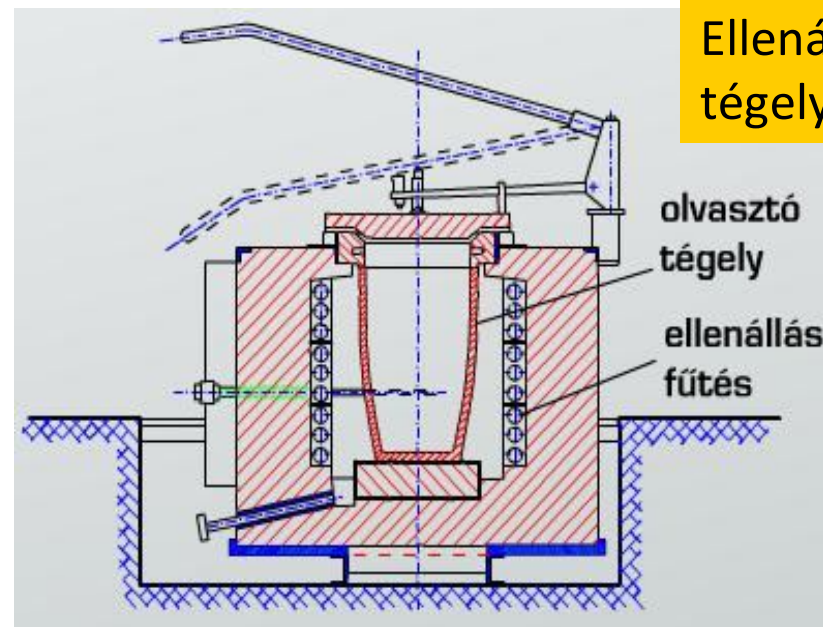
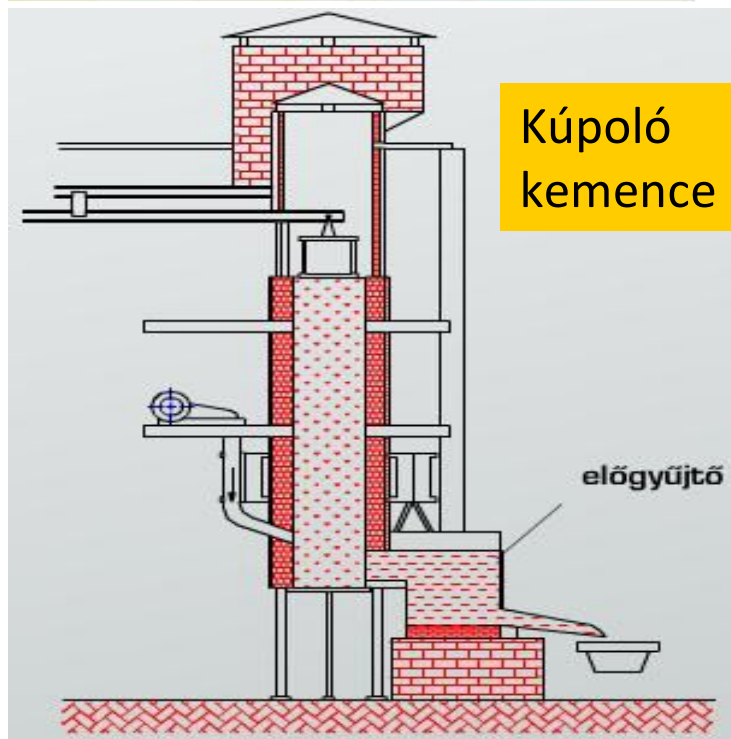
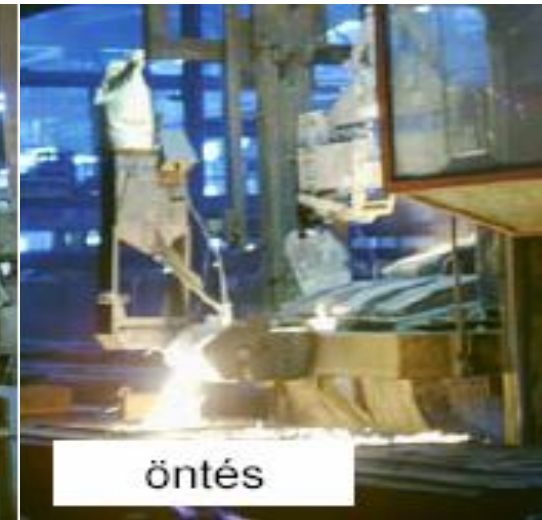
Öntés elvesző formába

- öntés homokformába
- héjformázás
- keramikus formázás
- precíziós öntés

Öntés tartós formába

- kokillaöntés
- nyomásos öntés
- centrifugális öntés

Fém, ötvözet előkészítése



Öntés homokformába

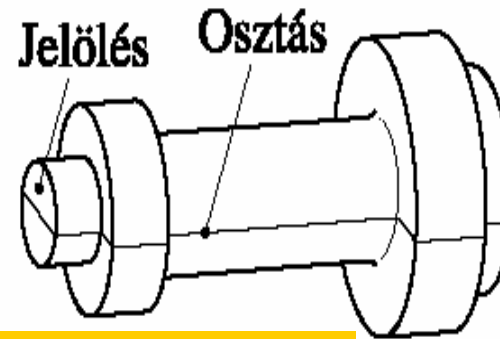
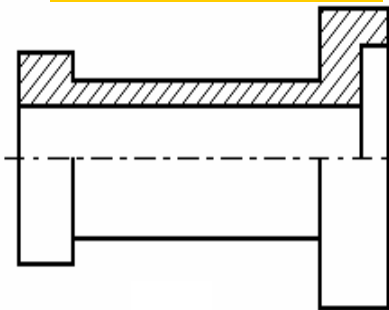
A legismertebb és széles körben elterjedt öntési eljárás.

Forma: az alkatrész alakjának megfelelő üreg – az alkatrész negatívja. A forma anyaga: 8-15% agyagtartalmú kvarchomok
+ kötő- és adalékanyagok

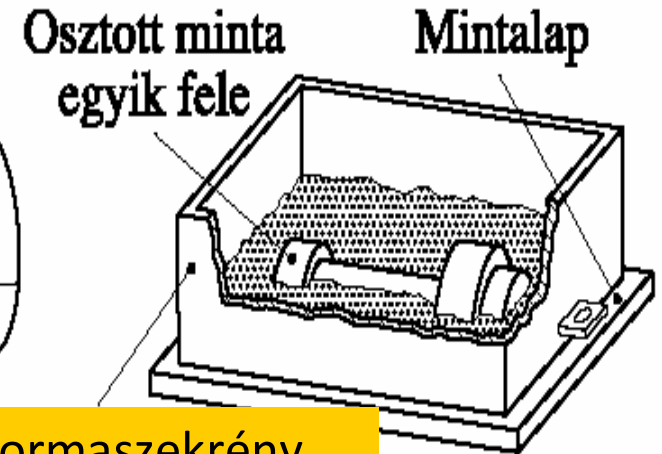
Minta: a formaüreg kialakítására szolgál, a kész öntvény pozitívja, anyaga: fa, műanyag, fém

Mag: az öntvény üregeinek kialakítására szolgál, anyaga: hőálló homokkeverék, a formához magtámaszok révén illeszkedik, bonyolult öntvények esetén lehet osztott

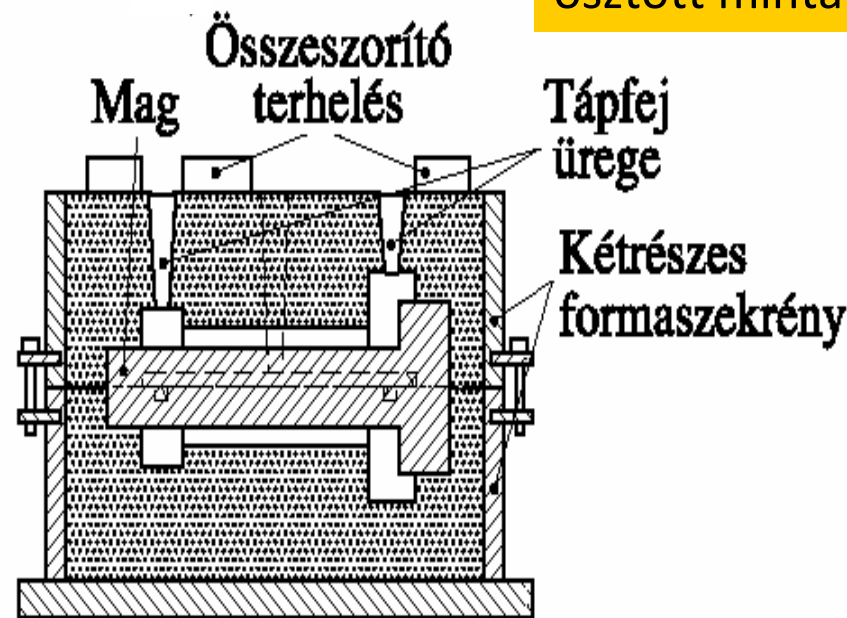
öntvényrajz



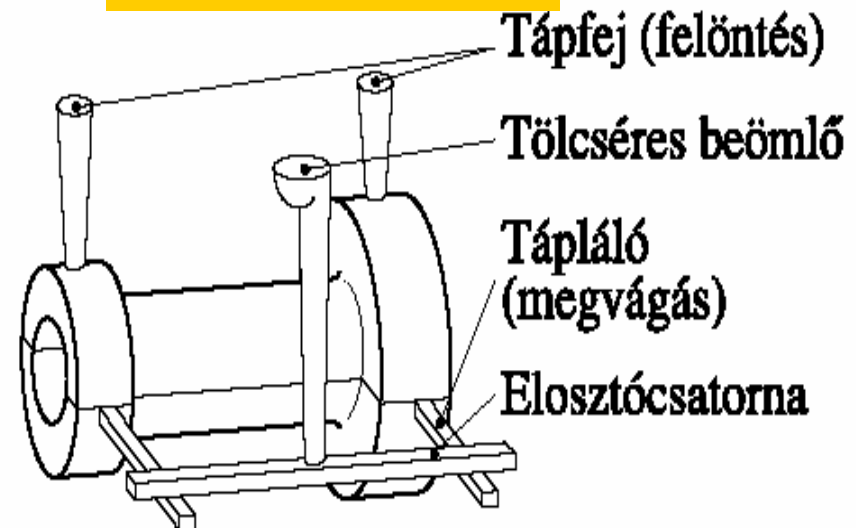
osztott minta



a formaszekrény egyik fele

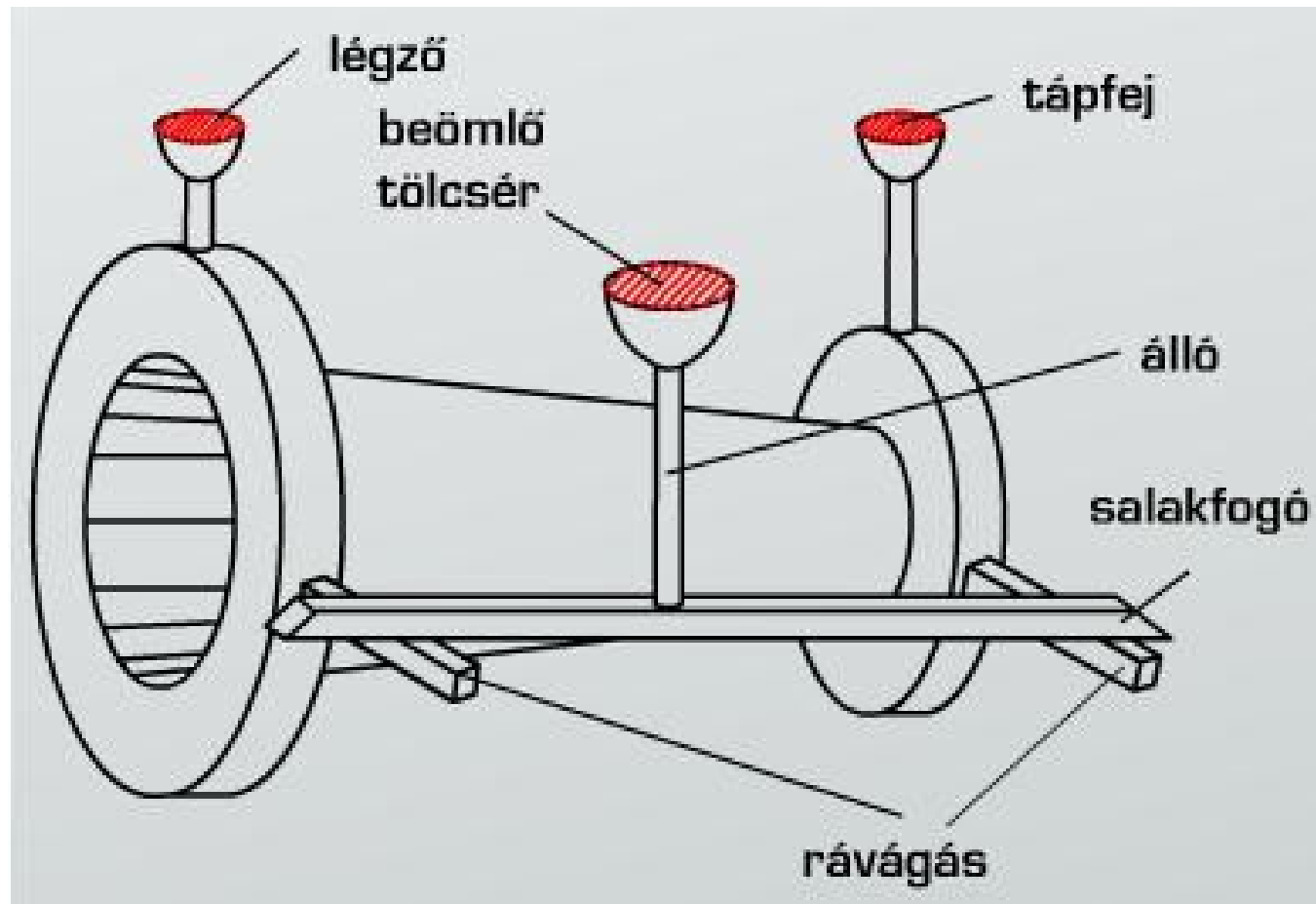


öntésre összeállított formaszekrény



formából kiemelt (nyers) öntvény

A homokformába való öntés műveletei



d

Az öntvény táplálásának elve

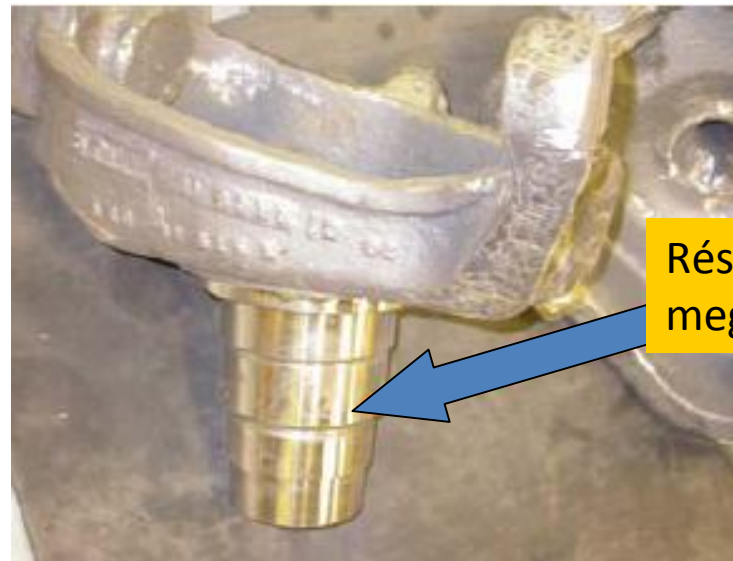


Formázás és öntés





Féktuskó, anyaga:
lemezgrafitos öntöttvas



Tengelycsukló, anyaga:
gömbgrafitos öntöttvas



Csap, anyaga: Sr63

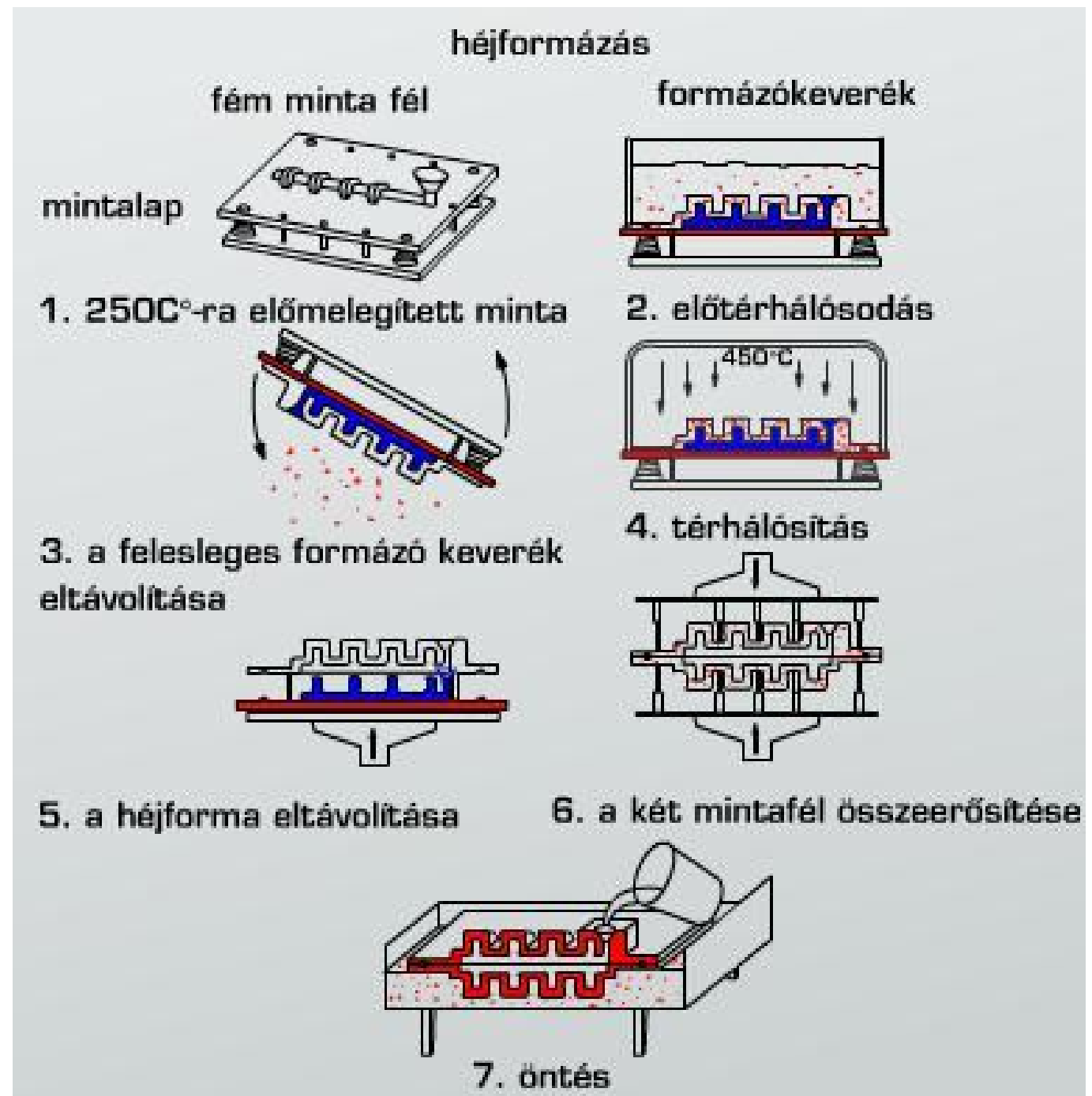
**Homokformába öntött
darabok**

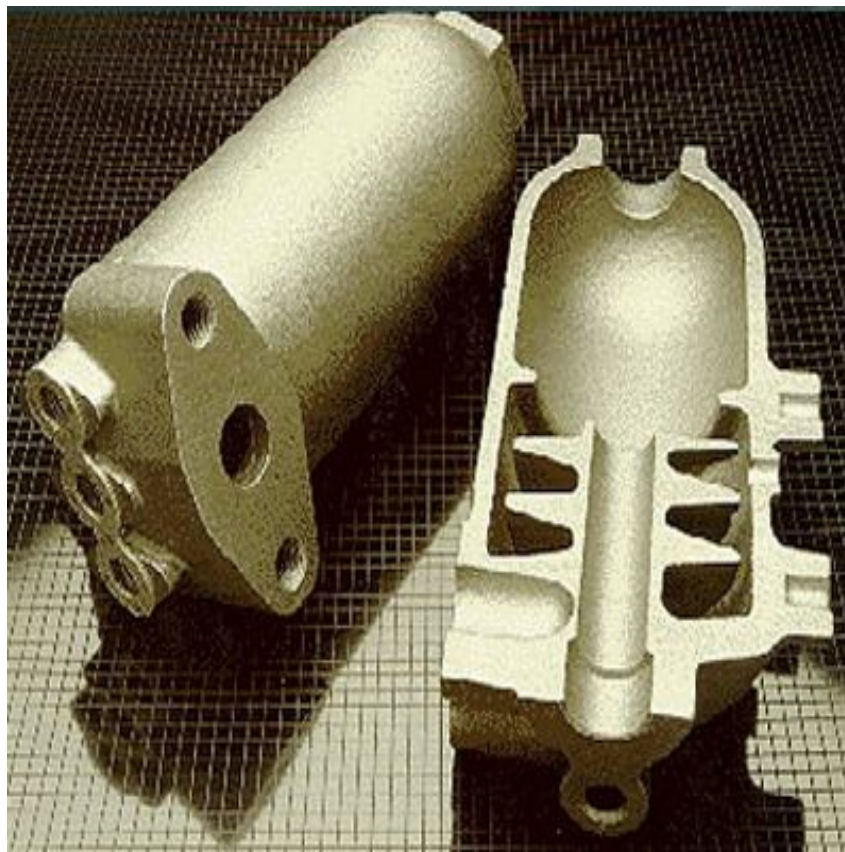
Héjformázás

- A minta fémből készül, amelyre agyag-mentes homokból és műgyantából készült kérget égetnek rá (a mintalapot felmelegítik 250...280 °C-ra, ráerősítik a formázóanyag tartályra, majd 180 ° –al átfordítják).
- Ezt a héjat 300 C°-on kikeményítik (térhálósodás), így jön létre a forma egyik fele, majd elkészítik a másik felet.
- A magokat magszekrényben készítik hasonló eljárással.
- A két felet összerakják (összeillsztik), formaszekrénybe teszik, körülveszik homokkal, és úgy öntik az alkatrészt.
- Előny: pontosabb a homokformánál.

Héjformázás

többször
használható
minta, egyszer
használható
forma, nagy
darabszám, kis
méret





Példa héjformázással előállított alkatrészekre

Keramikus formázás

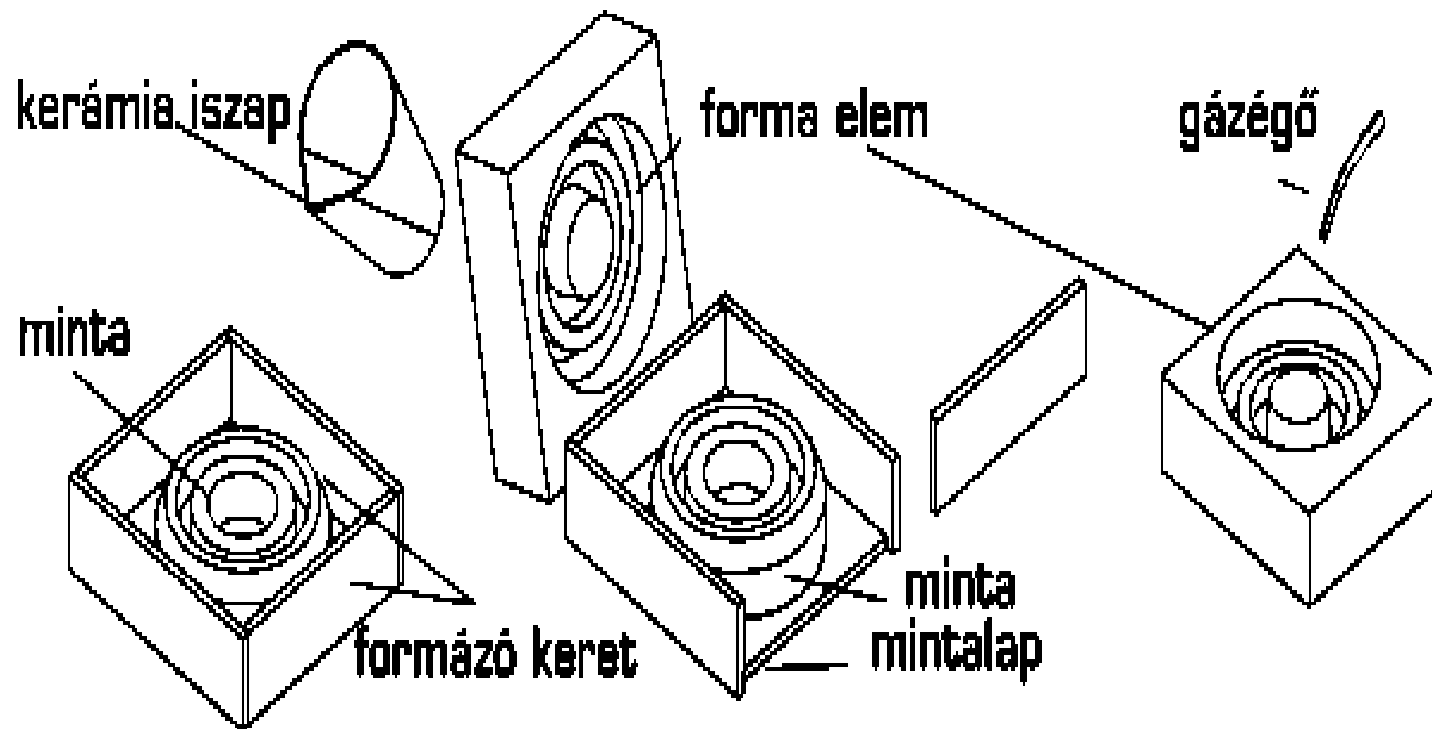
Ez is egy héjformázási eljárás.

Formázókeverék: tűzálló, iszapszerű, finomszemcsés cirkonlisztből, alumíniumoxidból és kvarchomokból álló massa, amelyet kötőanyaggal kevernek.

Kötőanyag: hidrolizált etilszilikát.

Ez a keverék a mintára juttatva megköt, utána lánggal szárítják (alkohol eltávolítása) és 1000 C°-on izzítják (etilszilikát hatására a kvarcsejcsék összetapadnak), majd beformázzák.

Formázás után öntés következik a héjformázáshoz hasonlóan.

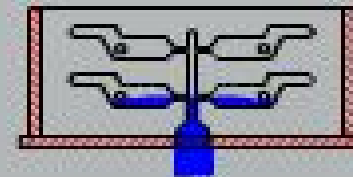
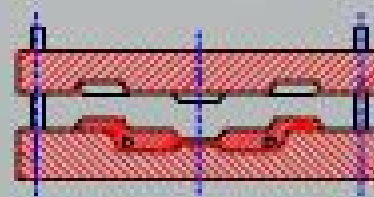


Előnyök: nagyméretű, bonyolult alakú,
pontos öntvények készíthetők nehezen
önthető fémekből (pl. szerszámacél) is.

Precíziós öntés

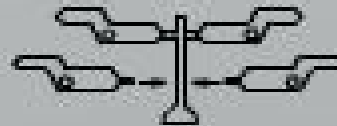
- A minta viaszból készül, melyet fémformába sajtolva állítanak elő.
- A viaszmintát etil-szilikátos kvarchomok pépbe mártják, és a bevonatot rászárítják a mintára, a mártást-szárítást az előírt falvastagságig végzik.
- Ezután a kérges formából a viaszt 180...200 C°-on kiolvasztják, majd a formát 900...1050 C°-on kiégetik, a magas hőmérséklet hatására a forma megszilárdul (keramizálódik).
- A héjformát formázókeretbe helyezik, a héj és a forma közti teret kvarchomokkal kitöltik.
- Előnyök: bonyolult alakú, viszonylag kis méretű, pontos öntvények készíthetők

1. viaszminta gyártása



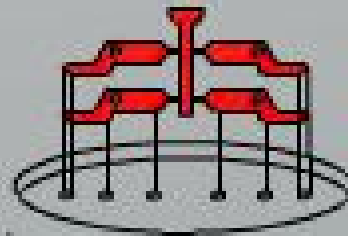
5. viasz kiolvasztása

2. viasz csokor



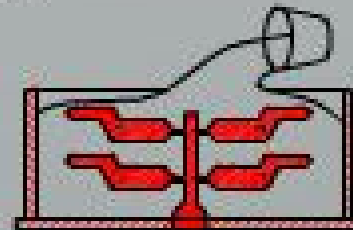
6. öntés

3. bevonás folyékony formázókeverékkel



7. öntvények leválasztása

4. bevonás homokkal



A precíziós öntés folyamata



**A precíziós öntéssel készült
alkatrészek, szobrok**

Kokillaöntés

A tartós formába való öntés termelékenyebb eljárás a homoköntésnél.

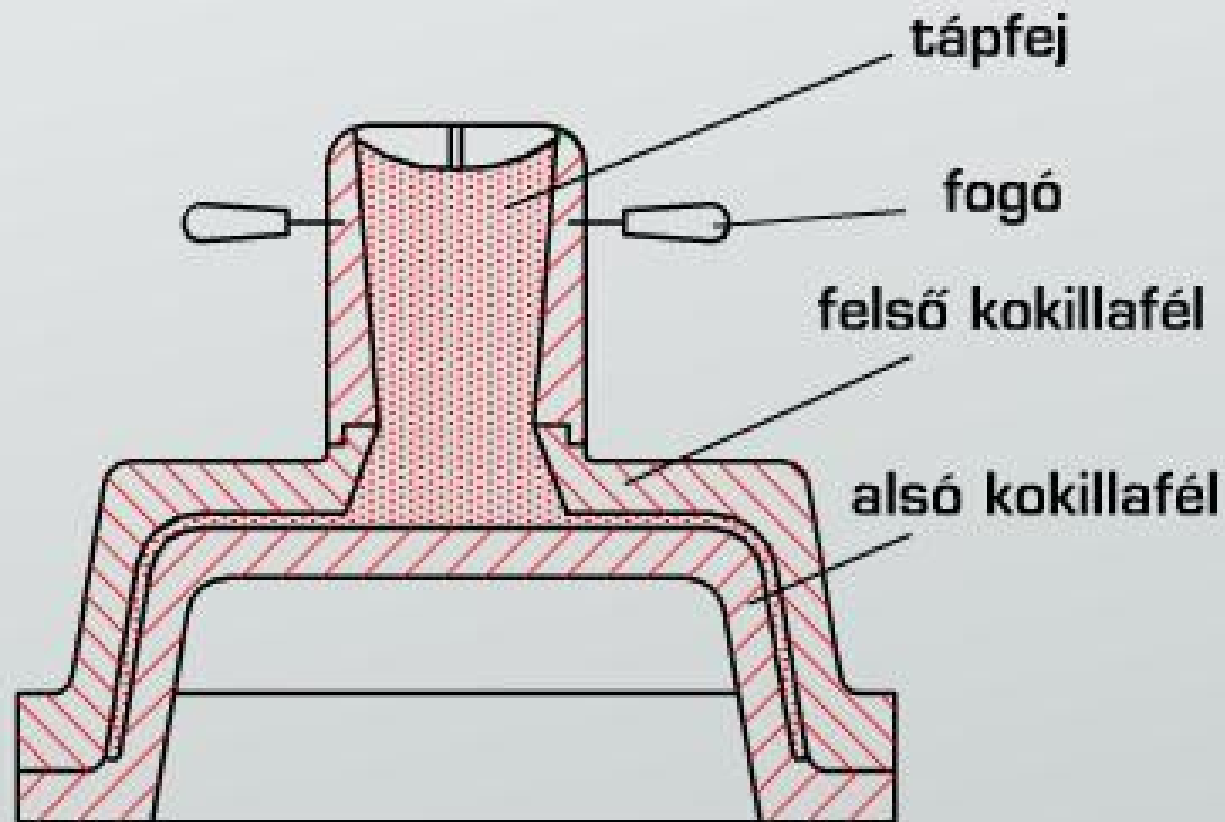
Alak- és méretpontos, sima felületű, finom szövetszerkezetű öntvények készíthetők nagy sorozatban.

Kokilla: fémforma – lemezgrafitos öntöttvasból vagy melegszilárd szerszámacélból készülnek.

A kokillaöntés módozatai:

- Gravitációs kokillaöntés
- Kiszorításos öntés
- Kisnyomású kokillaöntés

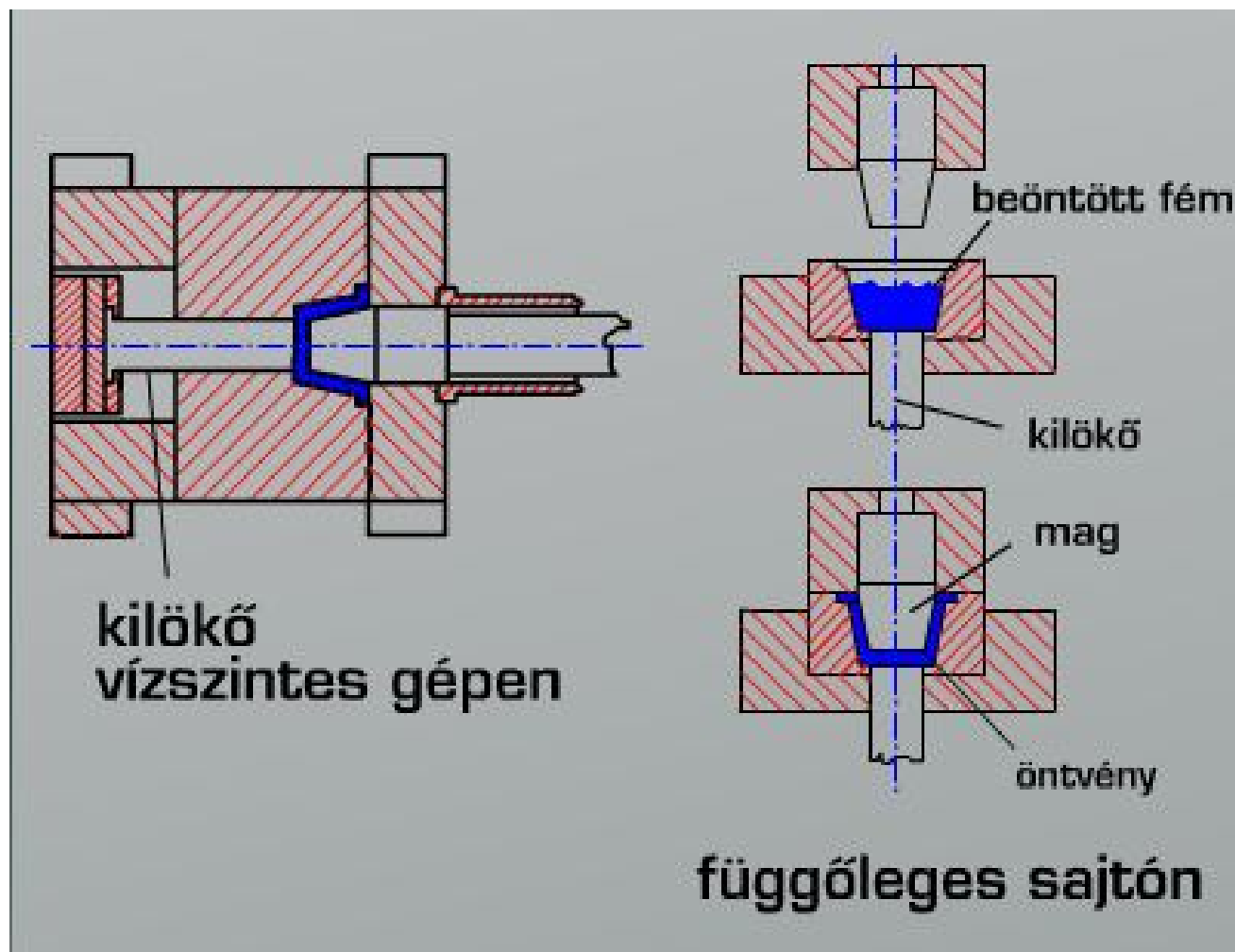
**korszerű kokilla,
követi az öntvény alakját**



Gravitációs kokillaöntés

Többször
használható
forma, nagy
darabszám,
bonyolult alak,
közepes méret.

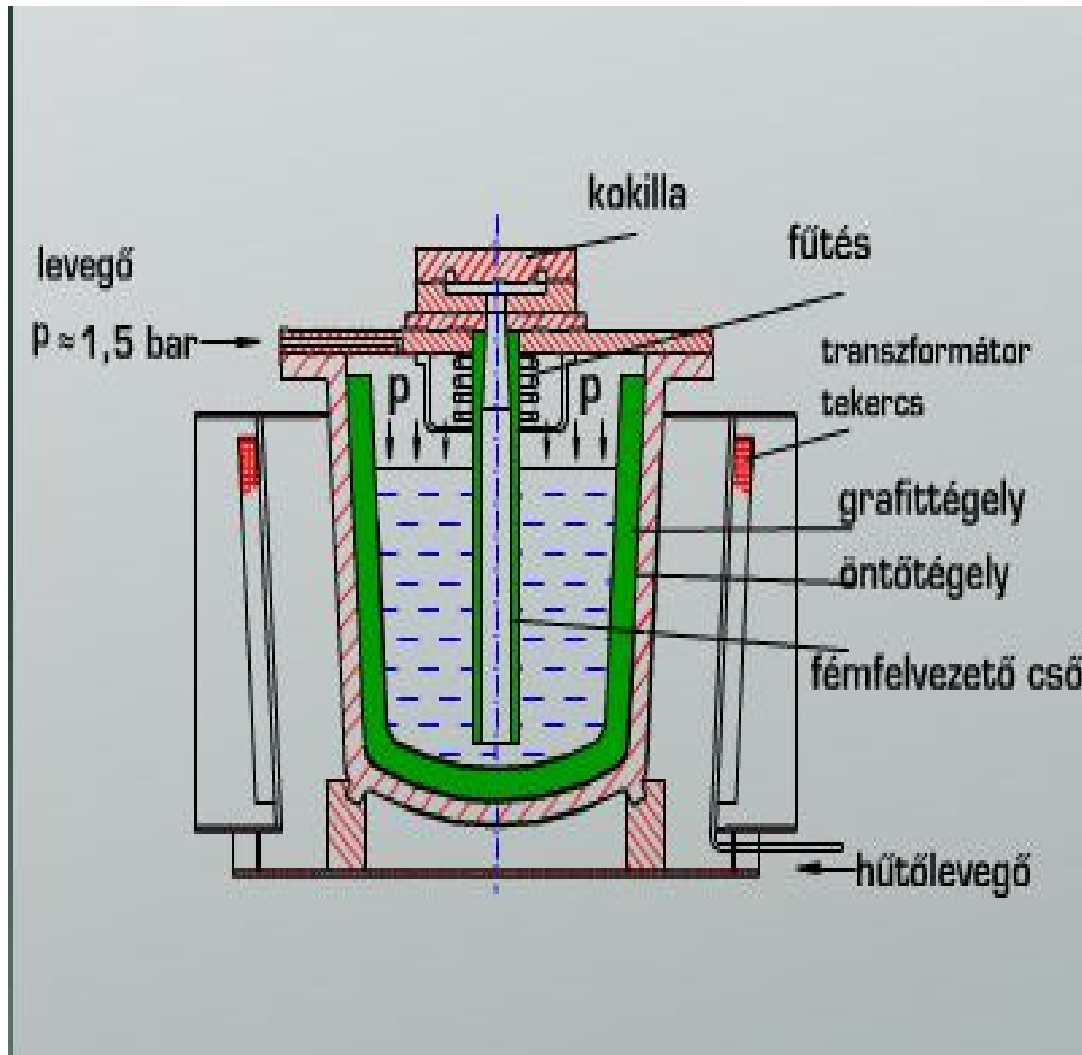
Pf. dugattyúk,
szerelvények,
villamosgép-
alkatrészek öntése



A kokillába sajtolással préselik be a folyékony fémet, ezáltal kedvezőbb a forma kitöltése.

Létezik vízszintes és függőleges elrendezésű változata.

Kiszorításos kokillaöntés



- Az olvadt fémet 0,02...0,05 MPa nyomású levegő préseli a kokillába
- A fémet rendszerint indukciós kemencében hevítik
- Pl.: gépjárművek keréktárcsái, forgattyús házak,
- Finomszemcsés, tömör öntvények.

Kisnyomású kokillaöntés



**Gravitációs kokillaöntés (fém
kokilla, homok magok)**



Motorblokk

- Fém kokilla, homok magok
- Bonyolult alakú, jó minőségű öntvény

Példa gravitációs kokillaöntésre

Nyomásos öntés

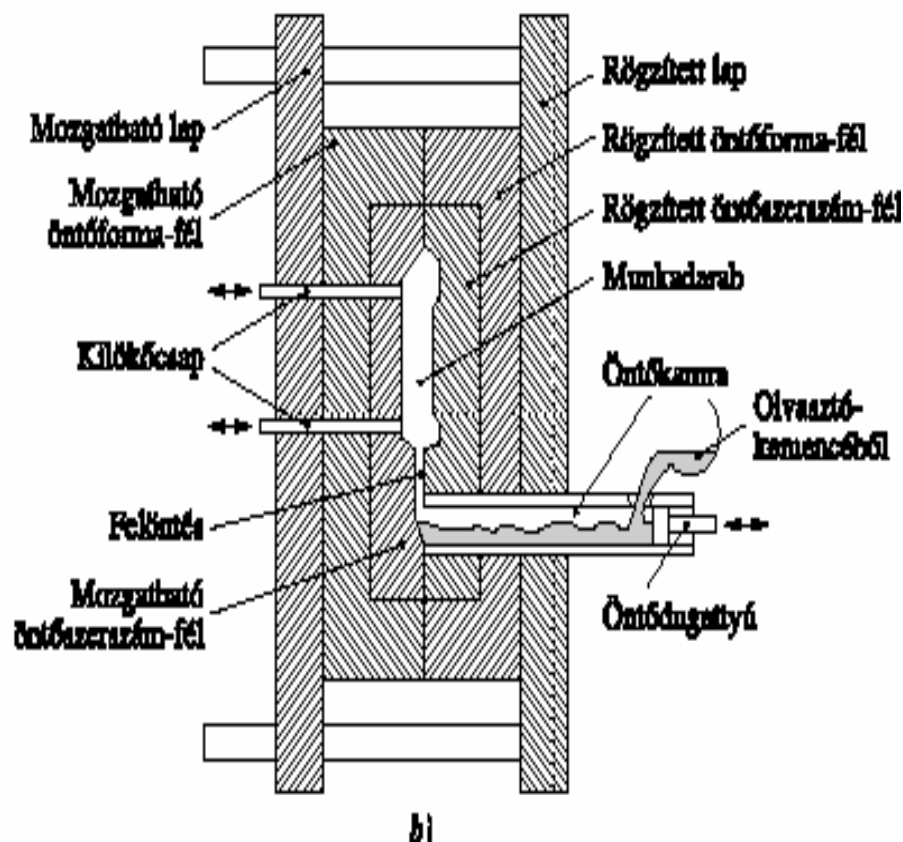
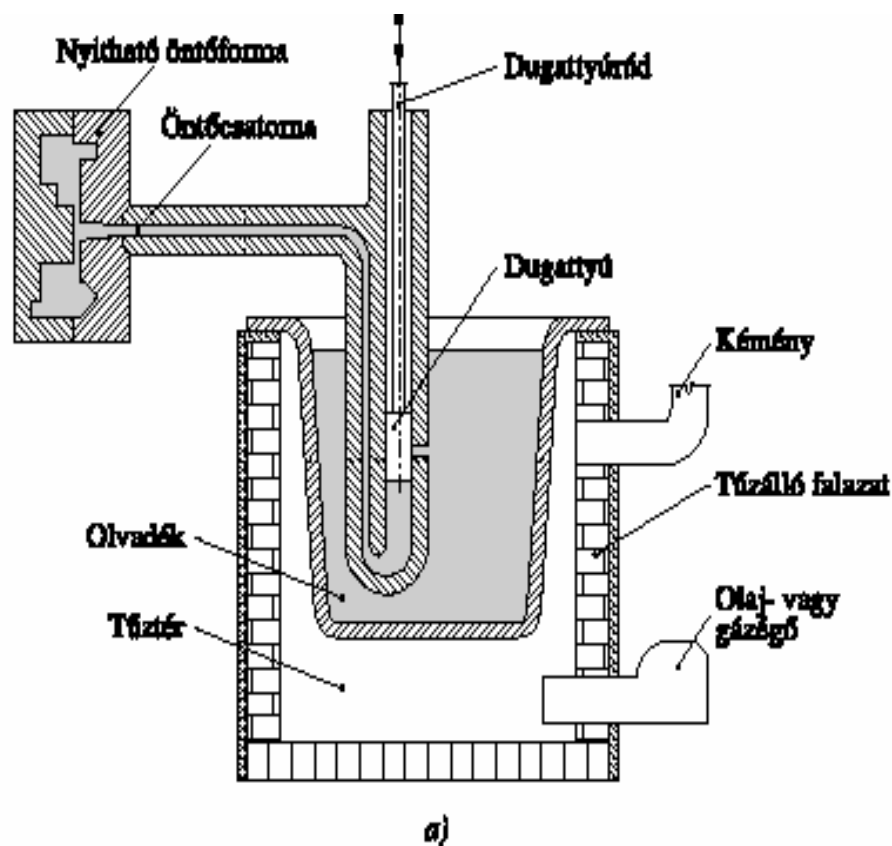
Alak- és méretpontos öntésmód ($\pm 0,02$ mm, jó felületi minőség).

Az olvadékot nagy nyomással (7-100 MPa) sajtolják az öntőszerszámba, bonyolult alakú és/vagy vékonyfalú (1-3 mm), jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkező öntvények gyártására alkalmas.

A kokillaöntés továbbfejlesztett gépesített változatának tekinthető. Két változata van: melegkamrás és hidegkamrás öntés.

Melegkamrás gépeket alacsony olvadáspontú ötvözetek (Sn, Pb, egyes Mg és Zn ötvözetek) öntésére használják. Az olvasztókemence a gép része, az adagolóegység a fémbe merül.

Hidegkamrás gépeknél az olvasztókemence a berendezésen kívül található, főleg Al és Mg öntvények gyártására alkalmazzák. fémolvadékot öntőkanállal juttatják a nyomókamrába.

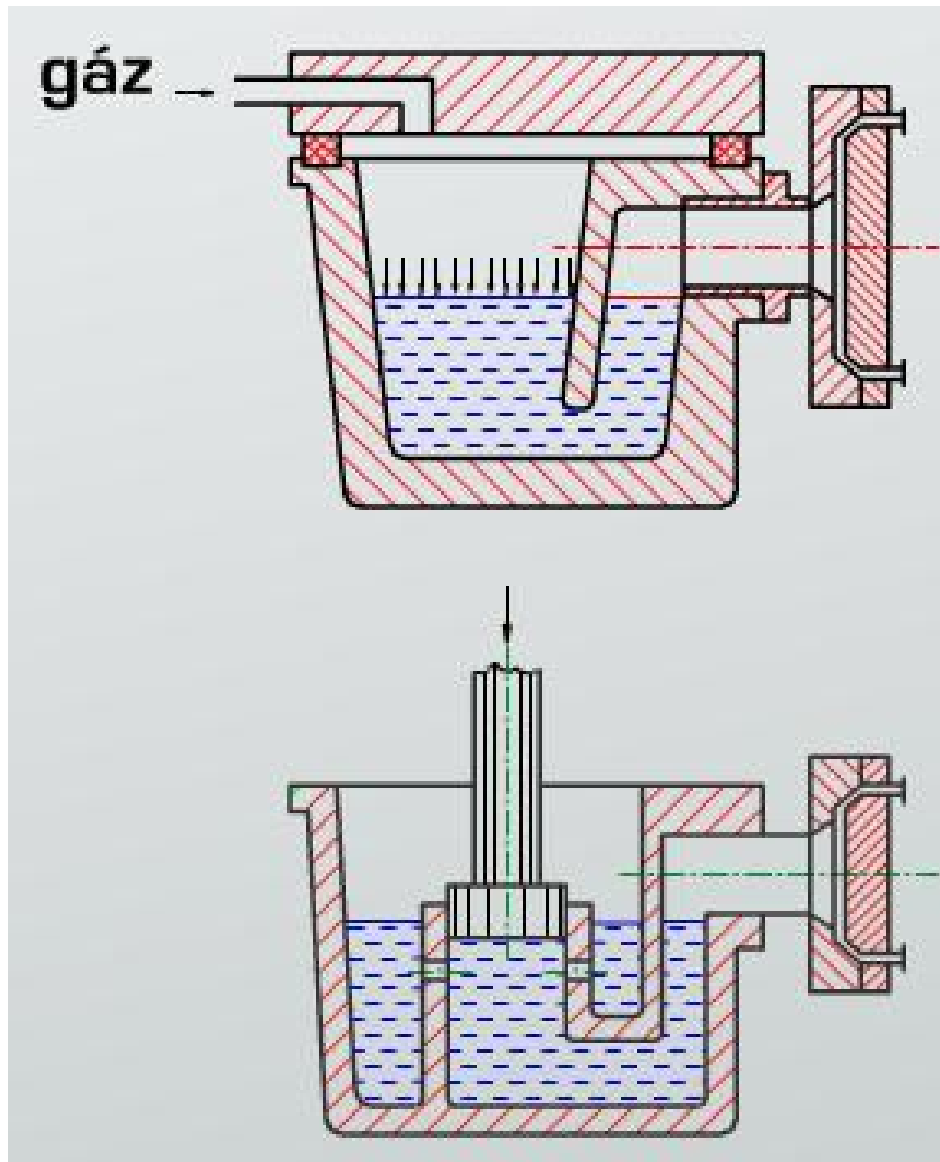


A nyomásos öntés elve

a) melegkamrás öntés

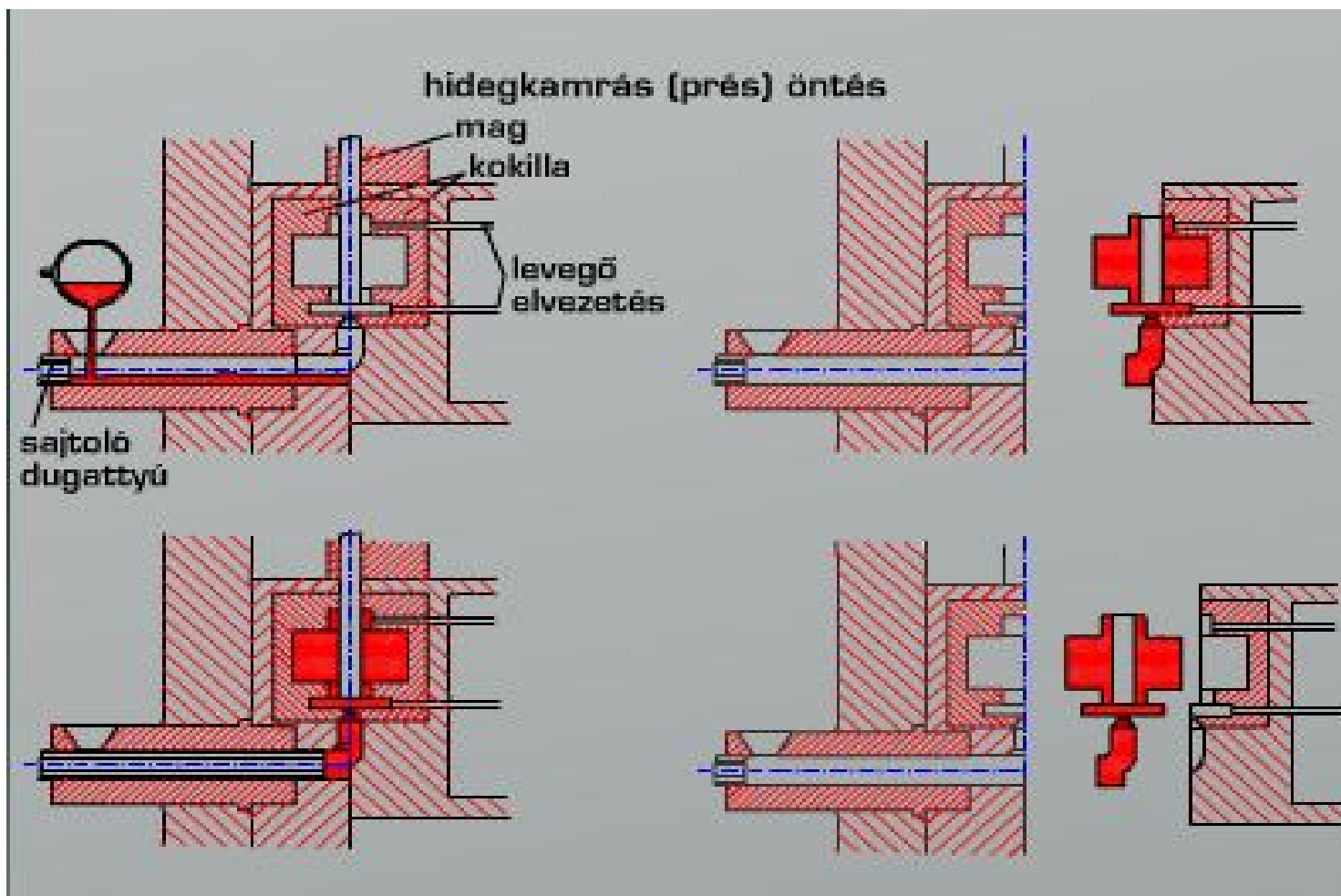
hidegkamrás öntés

b)

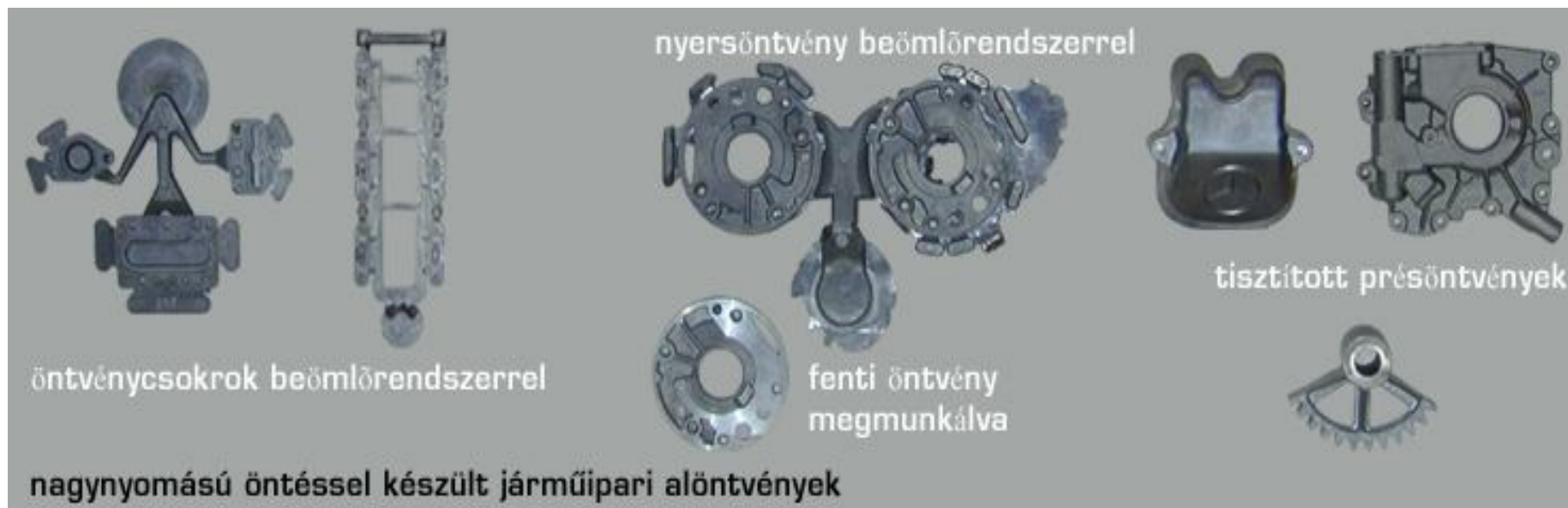


**Melegkamrás
nyomásos öntés**

**(a nyomást
gázzal vagy
dugattyúval
létesítik)**



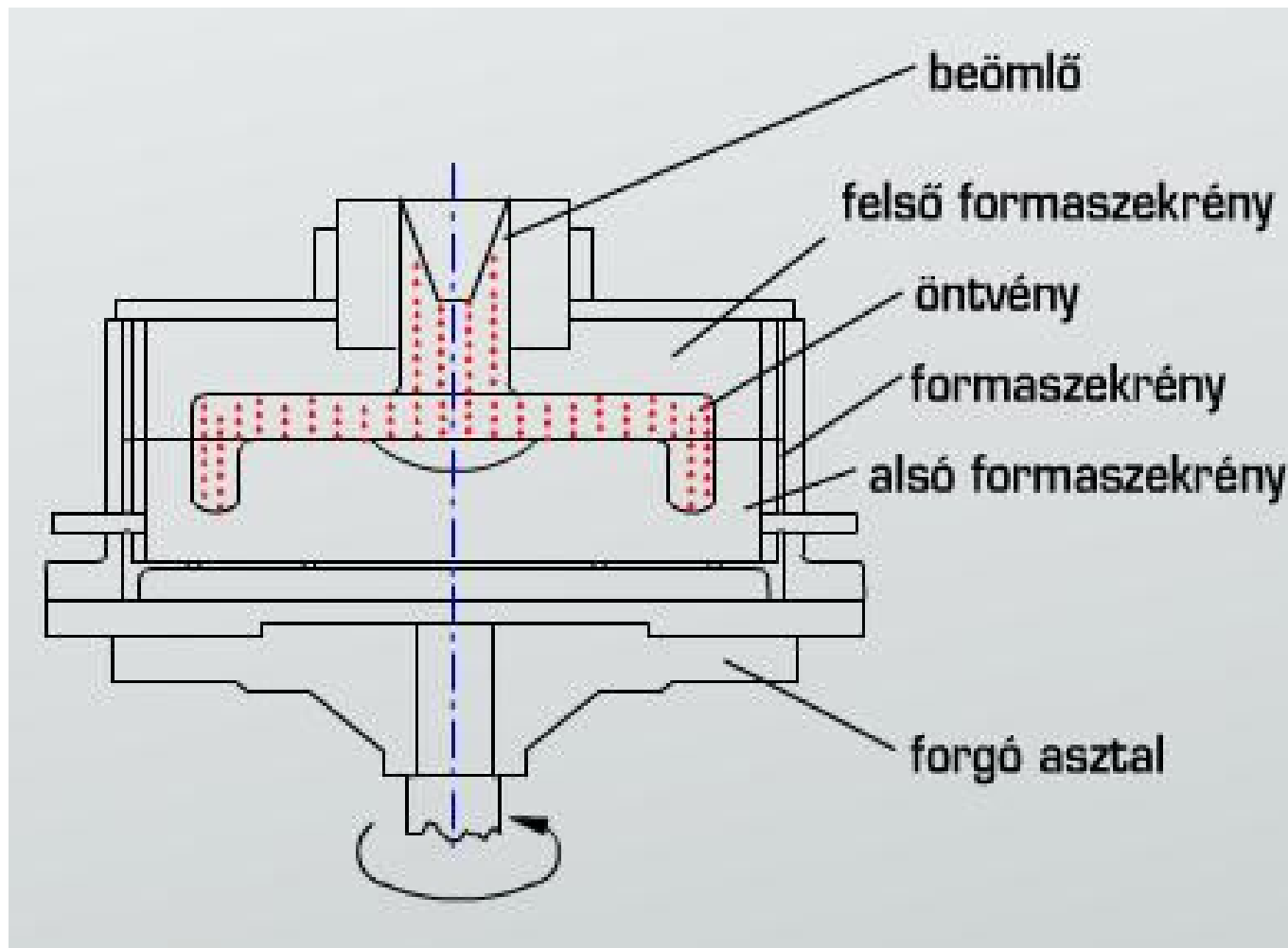
**Hidegkamrás nyomásos öntés (a
fémet dugattyú préseli a fémformába)**



Nyomásos öntéssel készült alkatrészec

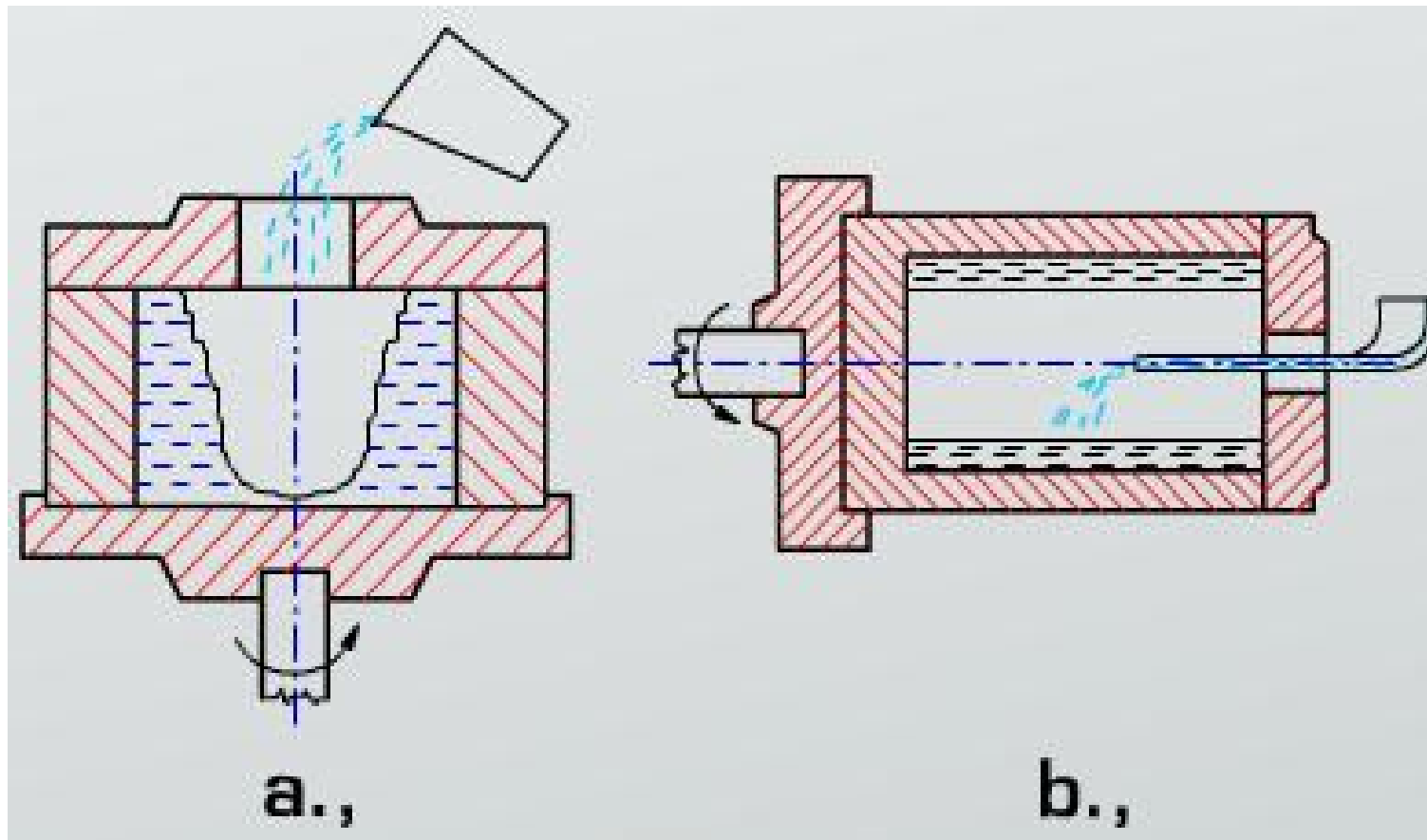
Centrifugális öntés

- A forma (fém- vagy homokforma) forog (200 – 1400 ford/min), a folyékony fémet a centrifugális erő szorítja a falhoz,, dermedés erőhatás mellett.
- Az eljárás forgásszimmetrikus öntvények gyártására alkalmas (csövek, hengerek, gyűrűk,...).
- Függőleges és vízszintes tengelyű változata ismert.
- Az öntvény tömör, pórusmentes, réteges kompozitöntvények is készíthetők (acél + kopásálló ötvözet).
- Előnye: nincs szükség magra, beömlőre és tápfejre.



Centrifugális öntés homokformába

Egyszer használható forma, forgástest gyártása



Centrifugális öntés kokillába

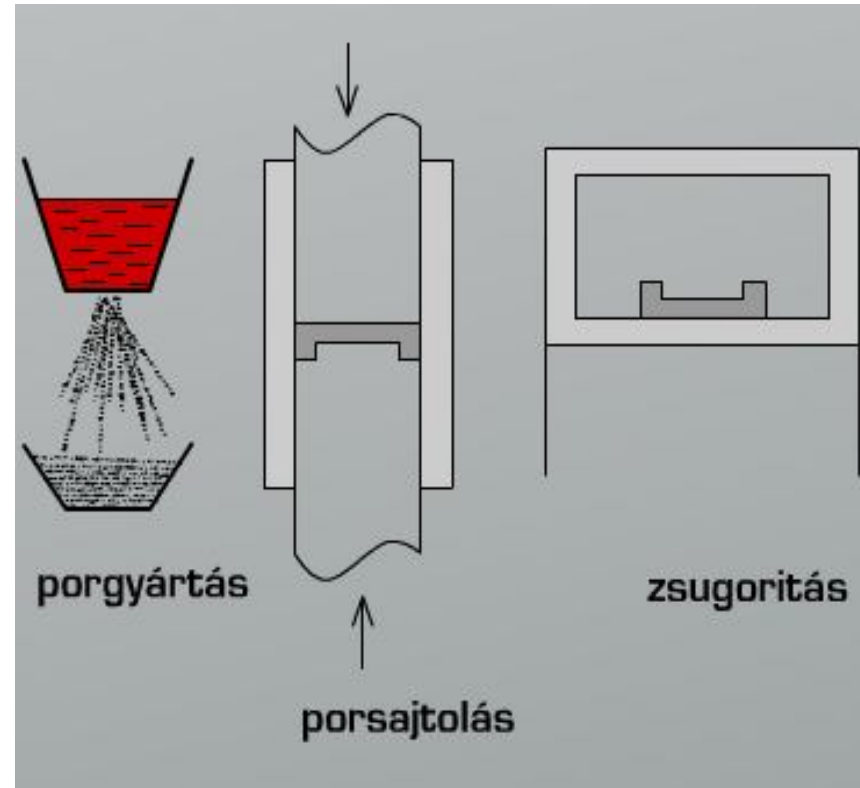
Többször használható forma, forgástest gyártása,
belső üreg mag nélkül

Porkohászat

Fémporok gyártása és feldolgozása

A porkohászat folyamatai

1. Fémporok gyártása
(színfémek, ötvözetek, metalloidok)
2. Fémporok osztályozása, keverése, adalékolása
3. Porsajtolás
4. Zsugorítás
5. Utókezelés



Miért gazdaságos a porkohászat?

- Olyan fémek és ötvözetek állíthatók elő, amelyek hagyományos eljárásokkal nem gyárthatók
- Az alkatrész tulajdonságai nagyon széles spektrumban változathatók (pl. porozitás, vezetőképesség, ...stb.)
- Közel végső alak érhető el a hagyományos fémek alakításakor is.

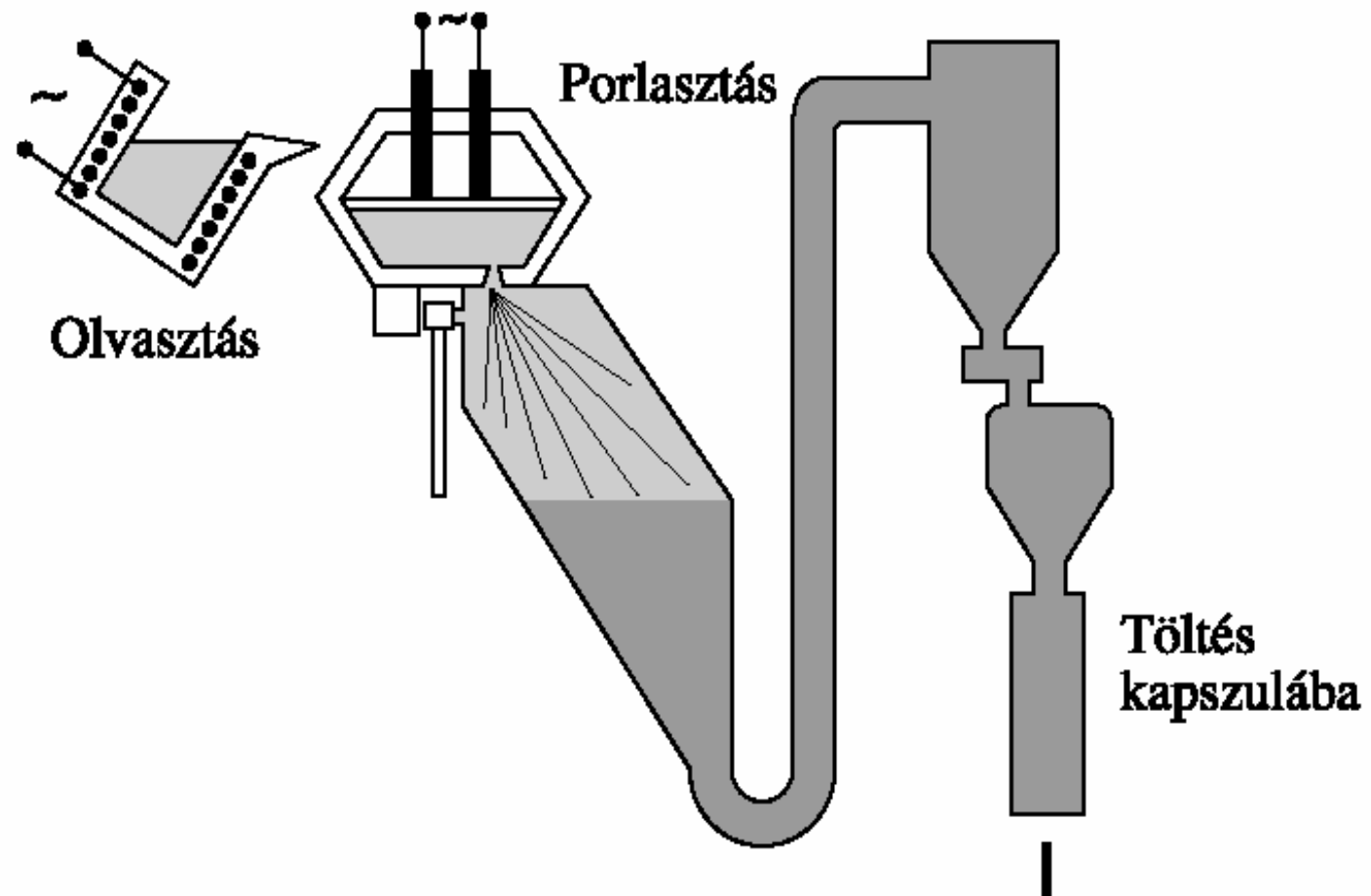
Alapanyagok

- Színfém porok (Fe, Cu, Ni, Ti, Co, W, Mo, ...stb.)
- Ötvözetek (gyorsacél, bronz, korrozióálló acél, ...stb.)
- Ferroötvözetek (pl. ferromangán, ferrokróm)
- Nemfém porok (grafit, fémkarbid, fénoxidok, ...stb.)

Por alapanyagok előállítása

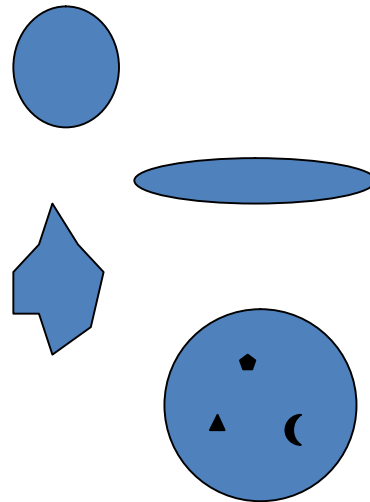
- Mechanikus aprítás
 - Örlés
 - Forgácsolás
- Fémporlasztás
- Redukálás gázatmoszférában
- Karbonil eljárás
- Elektrolízis

Példa: fém porlasztás



A porok alakja és mérete

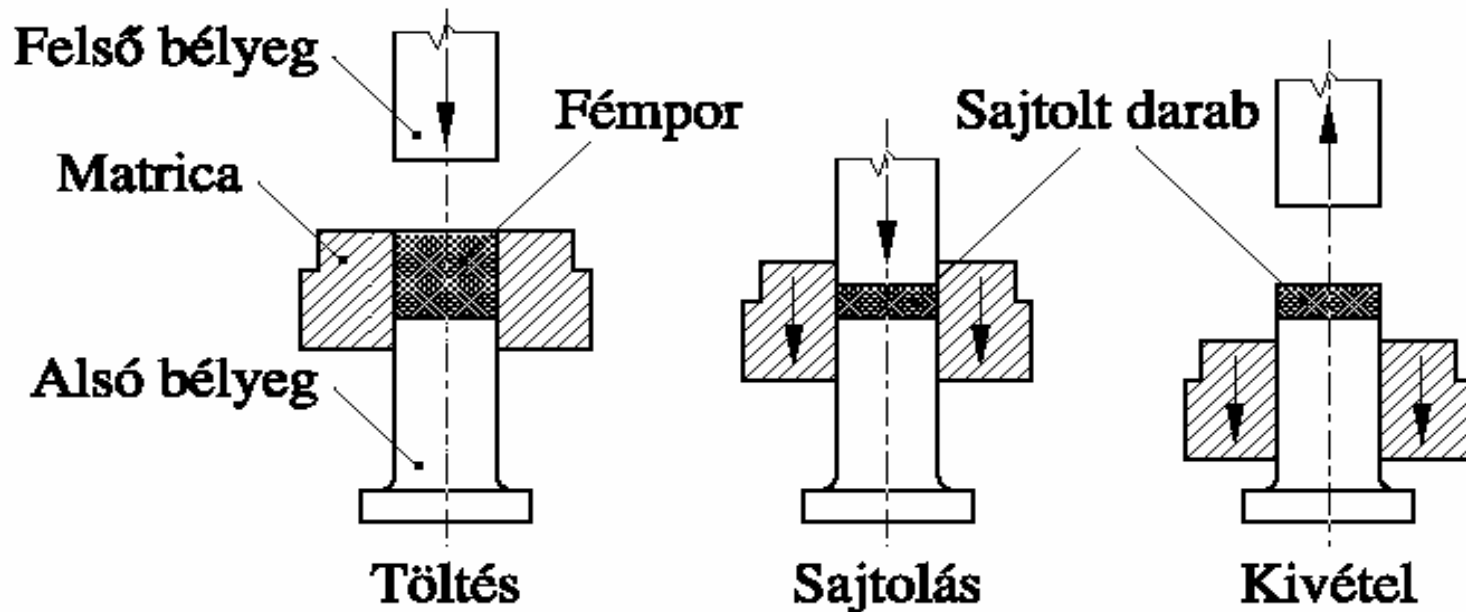
- A porgyártás módja szerint eltérő alakú és méretű porok keletkeznek
- Méret tartomány: 0,001...1 mm
- Alakok:
 - Gömbszerű
 - Elnyúlt
 - Szabálytalan
 - Porózus



Fémporok kezelése

- Osztályzás (alak és méret szerint)
- Keverés (különböző porokat is)
- Adalékolás (elsősorban kenőanyagok a kedvezőbb sajtolás miatt)
- Cél:
 - A felhasználás igényeinek megfelelő összetétel
 - Kedvezőbb tulajdonságok a végterméknél

Sajtolás



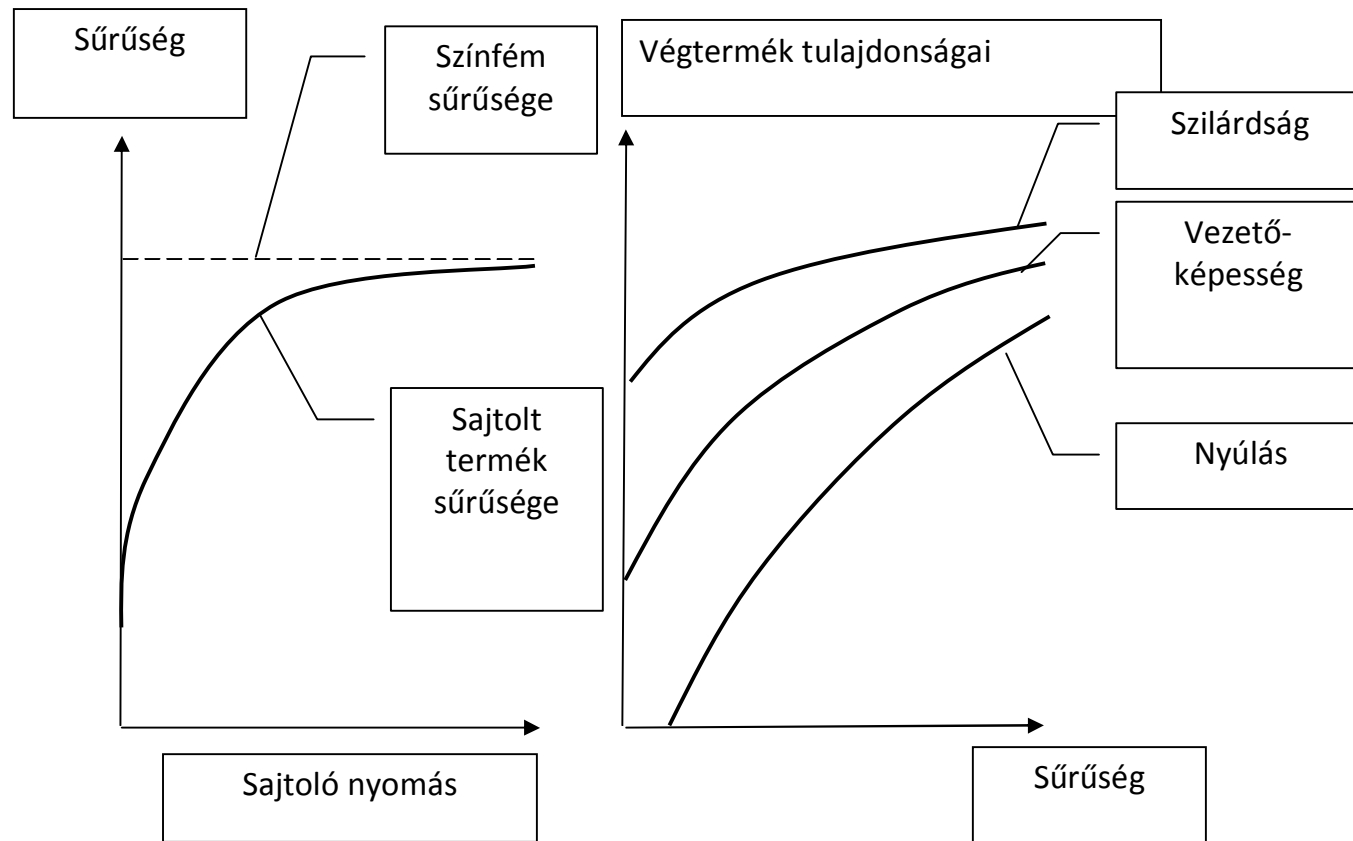
- Kétirányú sajtolással a sűrűség eloszlás egyenletesebb, mint egyirányú sajtoláskor
- A keletkezett előgyártmány rideg, törékeny

A sajtolási paraméterek hatása a tulajdonságokra (1)

Por méret-sűrűség, nyomás-sűrűség függvények:

- a por optimális méret szerinti eloszlása növeli a sűrűséget (durva és finom por keveréke)
- minél nagyobb a sajtolási nyomás, annál nagyobb a sűrűség
 - > ez növeli a szilárdságot és a rugalmassági modulust

A sajtolási paraméterek hatása a tulajdonságokra (2)



Zsugorítás vagy szinterelés

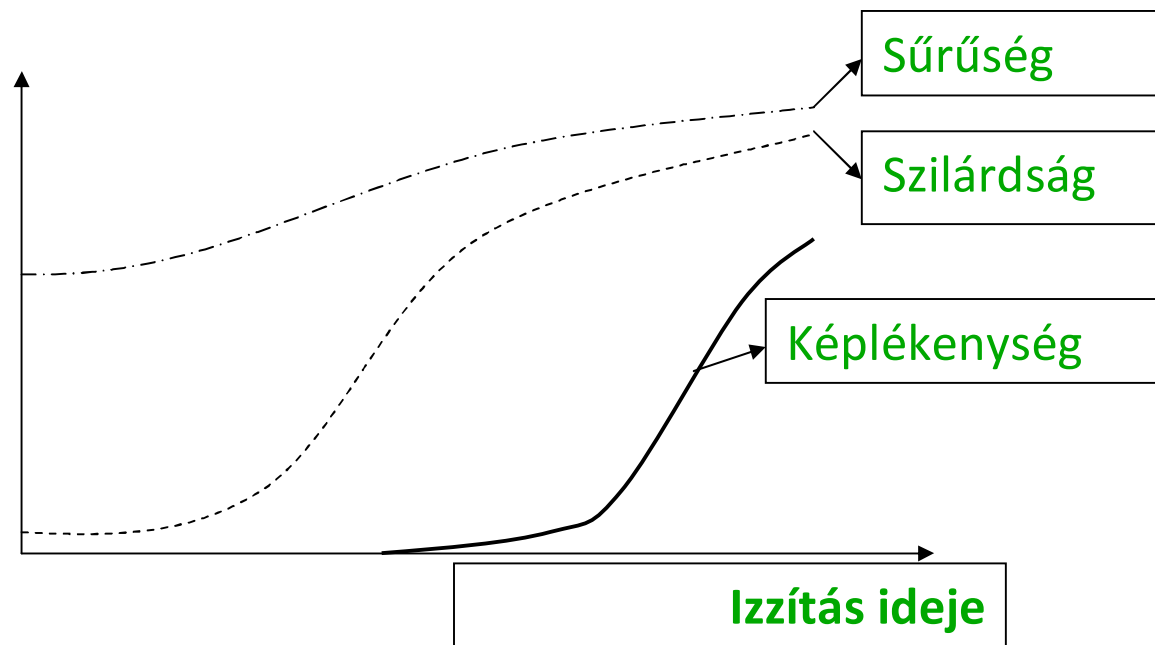
- Célja a por szemcsék egyesítése
- Magas hőmérsékleten, speciális atmoszférában, hosszabb ideig tartó folyamat
- Végeredmény: nő a szilárdság, sűrűség (csökken a porozitás), homogén szerkezet alakul ki.



Zsugorítás: technológiai paraméterek

- Hőmérséklet:
 - Egykomponensű por: $T=0,65...0,75 T_{olv}$
 - Többalkotós por: a fő alkotó olvadáspontja szerint számítva
- Izzítás ideje: 0,5...8 óra
- Atmoszféra: vákuum, semleges vagy redukáló
- Folyamatok: diffúzió, anyagszerkezeti változások, pórusok összenövése

A zsugorításkor végbemenő folyamatok

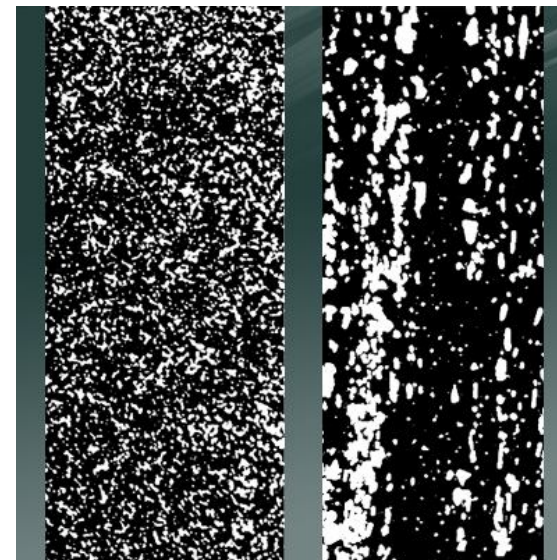
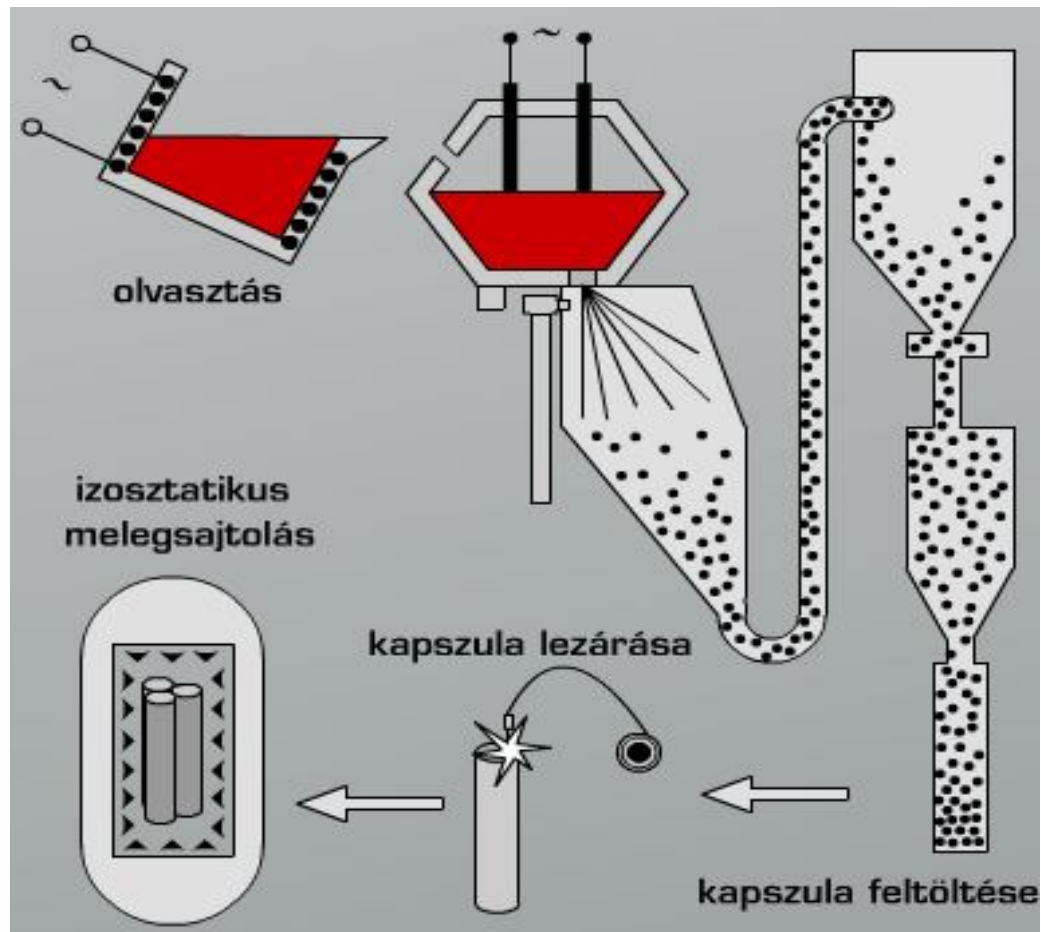


Sajtolt darab	Hidak a részecskék között	A részecskék összenőnek	A pórusok eltűnnek
----------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------

A zsugorított termékek utókezelése

- Kalibráló sajtolás: növeli a méretpontosságot
- Hidegfolyatás, zömítés: módosítja az alakot és növeli a szilárdságot
- Porózus alkatrészeknél impregnálás: tömörít, csapágyaknál kenőanyaggal töltik fel a pórusokat
- Esetenként forgácsolás

Alkalmazás: Porkohászati gyorsacélok gyártása (1)

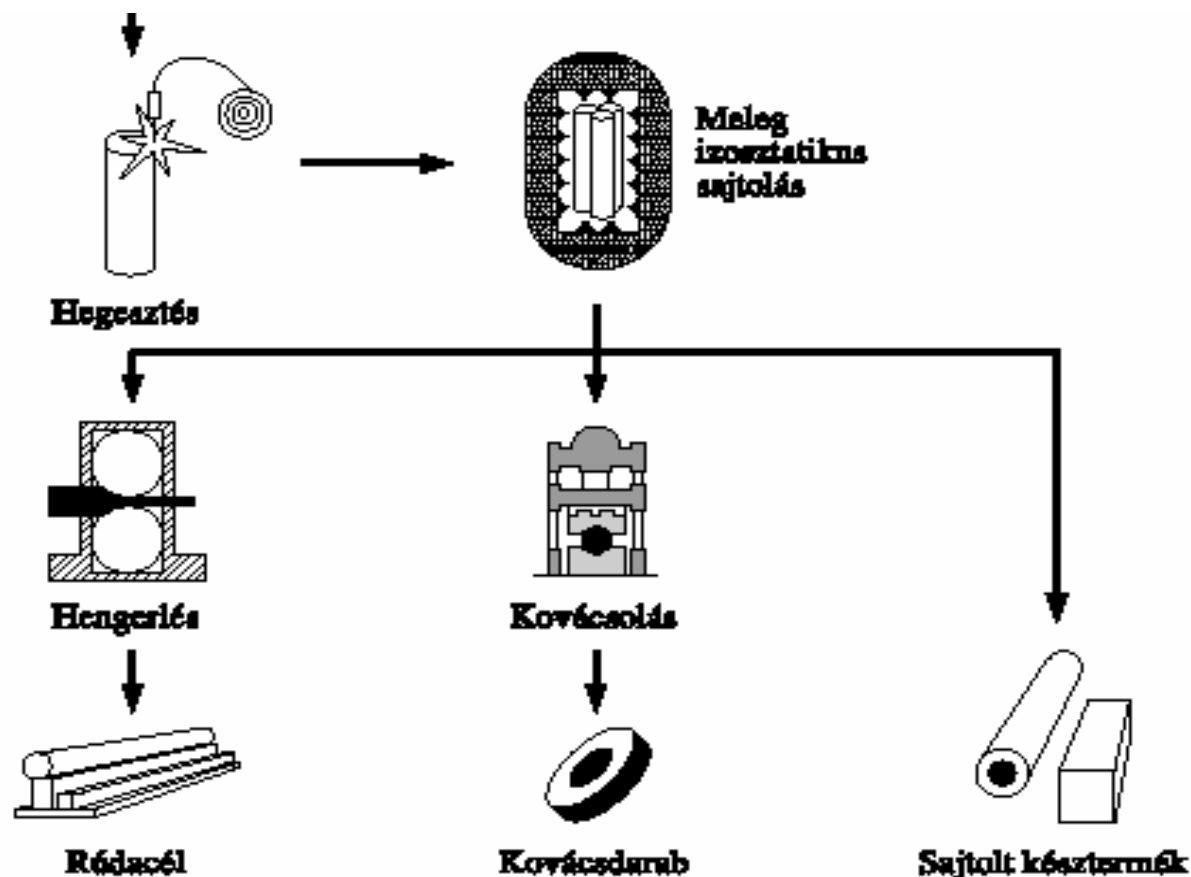


a.)
a.) porkohászati
b.) hagyományos
gyorsacél karbid-
eloszlása

Alkalmazás: Porkohászati gyorsacélok gyártása (2)

A feldolgozás folyamata.

Nagy teljesítményű szerszám előgyártmányokat készítenek belőle (pl. kivágó szerszám)



Alkalmazás: Keményfém lapkás szerszámok

- A keményfém lapkák volfrám és titánkarbid porból, kobalt kötőanyaggal készült porkohászati termékek
- Nagy teljesítményű forgácsoló szerszám lapkákat készítenek belőlük



Példák (1)

gyűrű alakú alkatrészek



Példák (2) különféle alkatrészek



Példa: fogaskerék gyártás

Forgácsolással

- Kovácsolás
- Esztergálás
- Fogazás

anyagkihozatal: 31%

Porkohászati eljárással

- Porkohászati előgyártmány
- Fogazás

anyagkihozatal: 86%

Alkalmazási terület

- Öntés, kovácsolás, hidegfolyatás helyett alkalmazható
- Forgácsoláshoz képest jelentős anyagmegtakarítás
- Alakkal kapcsolatos kötöttségek vannak (alámetszés, éles sarok nem lehet)

Példa: hajtórúd

- Gyártási módok:
 - Kovácsolás szerkezeti acélból
 - Öntés gömbgrafitos öntöttvasból
 - Porkohászati gyártás gyengén ötvözött vasporból
- Összehasonlítás:
 - Anyagköltség
 - Gyártási költség
 - Tulajdonságok szempontjából

Porkohászati úton gyártott hajtórúd

- Por: olvadt fémből porlasztásos eljárással készített vaspor
- Por kezelés: grafit adalék + cinksztearát kenőanyag
- Sajtolás: 2,5:1 arányú tömörítés 80% sűrűségre
- Zsugorítás: 1120 C°-on 30 percig redukáló atmoszférában, porozitás 3...5%
- Gyártók (elsőként):
 - Porsche 928 (V8-as motor) 1976
 - Toyota Camry (4 heng. 1,9 l) 1981

Összehasonlítás:

3 féle hajtórúd előgyártmány

	Kovácsolt	Öntött	Porkohá- szati
Anyagköltség	Jó 5	Jó 5	Közepes 3
Előgyártmány költség	Közepes 3	Jó 5	Gyenge 1
Készremunkálás költsége	Gyenge 1	Közepes 3	Jó 5
Szilárdság	Jó 5	Közepes 3	Jó 5