

## 7. Alapvető fémmegmunkáló technikák

### A fejezet tartalomjegyzéke

7.1. Öntés, képlékenyalakítás, préselés, mélyhúzás.

7.2. Kovácsolás, forgácsolás.

---

### 7.1. Öntés, képlékenyalakítás, préselés, mélyhúzás.

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Képlékenyalakítás> )

#### 7.1.1. Öntés

<http://hu.wikipedia.org/wiki/öntészet>

Az **öntészet feladata és célja** az, hogy a megolvasztott fémet egy üreges öntőformába öntve öntvényeket állítson elő. Az öntészetet három szempont szerint csoportosítjuk.

Az öntött fém milyensége szerint:

- vas- és acélöntészet,
- fémöntészet (minden, ami nem vasalapú).

Az öntési módszer szerint:

- gravitációs öntés,
- nyomásos öntés.

Az öntőforma anyaga szerint:

- homokforma,
- fém kokilla,
- egyéb.

Az öntés termékei igen változatosak. Öntéssel készítik például a gépállványokat és házakat, háztartási gépek, járművek, elektrotechnikai eszközök stb. alkatrészeit.

Az **öntészet** vagy **fémöntés** lényege az, hogy elkészítenek egy olyan üreget, ami a munkadarab negatívját tartalmazza (ezt *formának* nevezik). Az üregbe megolvasztott fémet öntenek, majd hagyják megdermedni.

Az öntészet ahhoz, hogy az öntvény elkészüljön, a következő ismeretekkel kell rendelkezni:

- a forma- és mag elkészítéséhez szükséges megfelelő anyagok,
- az öntött fémek sajátságai,
- az öntési folyamat jellemzői,
- az öntészeti olvasztókemencék és öntőgépek tulajdonságai,
- az öntött termék tulajdonságaival stb.

Öntéssel változatos és bonyolult alakú fémtermékek állíthatók elő. Az öntészet termékei például a robbanómotorok motorblokkjai, szivattyúházak, víz- és gázszelepek, fürdőkádak kilincsek stb.

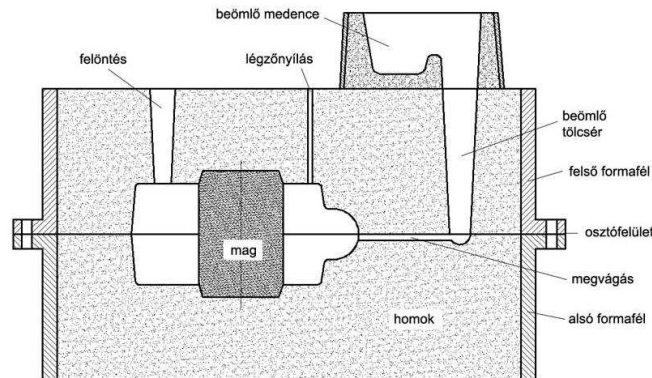
A fémöntés és a formakészítés technológiája szerint a következő eljárásokat különböztetjük meg:

- öntés homokformázással,
- precíziós öntés,
- keramikus formázás,
- kokillaöntés.

## Az öntészet technológiái a következők:

### Nyers homokformázás

Homokformázáskor a forma készítésére **agyagkötésű homokot** használnak. A formaüreget *minta* segítségével készítik el. A minta a munkadarab zsugorméreteivel és öntési ferdeséggel kiegészített (néha beömlő rendszerrel készült) mása. A minta általában többször használatos, de készülnek ún. elvesző minták is (például viaszból). Amennyiben az öntvény üreges, az üregek helyére *magokat* helyeznek, azok pontos elhelyezéséről *magjelekkel* gondoskodnak. A folyékony fémet a beömlő rendszeren keresztül juttatják a formaüregbe. Az öntés során keletkező gázok elvezetéséről *légzőfuratokkal*, a dermedés közbeni zsugorodás miatti fémutánpótlásról *tápfejjel* vagy *felöntéssel* gondoskodnak.



1 ábra. Öntőforma metszete

<http://hu.wikipedia.org/wiki/öntészet>

A forma általában többrekesz, leggyakrabban két részből áll. A formakészítés az **alsó formafél** elkészítésével kezdődik. A mintát (illetve annak osztófelülettel osztott felét) és a *formaszekerényt* ráhelyezik egy formázólapra. Az osztófelület lehet sík, vagy ha a darab alakja megkívánja, tört felület is. A formaszekerényt kitöltik formahomokkal és tömörítik (döngöléssel, rázással, sajtolással stb.). Miután elkészült az alsó formafél, megfordítják, ráhelyezik a felső formaszekerényt és a **felső mintafelet**. Gondoskodnak a beömlő rendszerről és a felöntésről, majd ezt a formafelet is kitöltik homokkal és tömörítik.

A felületek védelmére, illetve a ráégések elkerülése érdekében védőanyaggal vonják be. A védőanyag neve *fekecs*, és általában grafit, homok, olaj és víz keveréke. Fekecselést elsősorban nagyobb olvadáspontú fémek öntésekor alkalmaznak. A formafeleket illesztőcsapok segítségével összeillesztik, súlyokkal leterhelik, hogy a folyékony fém ne tudja szétválasztani a formafeleket. A folyékony beáramló fém formába öntésekor kárt tehet a formában és a magokban. Ezt elsősorban a beömlő rendszer megfelelő tervezésével és kivitelezésével lehet kiküszöbölni. Az öntvény zsugorodása során jelentkező fémhiány pótlására *tápfejeket* helyeznek el az öntvény nagyobb keresztmetszetű részeinél.

Az öntés alapja a jó minta, elkészítését mindig kiváló szakemberek végzik. A minták többnyire osztott kivitelben készülnek, ezért a pontos összeillesztésről csapokkal gondoskodnak. Méreteiket a zsugorodás figyelembe vételével tervezik meg. A mintának üreges öntvény esetén tartalmaznia kell a *magjeleket* is, azokat a formában kialakítandó részeket, amelyek a magok pontos és biztos elhelyezését biztosítják. A minta eltávolíthatósága érdekében a mintán – az osztófelület felé mutató – oldalferdeséget kell kialakítani. Az oldalferdeség mértéke kézi formázás esetén 1–3°, gépi formázáskor 0,5–1°. A minta készülhet rétegelt fából, műanyagból és fémből. Felületét lakkozással, festéssel védik az igénybevételtől.

### Precíziós öntés

Precíziós öntésnél a minta **alapanyaga viasz**, amelyet fém, vagy speciális gumi mesterformába sajtolással állítanak elő. A viasz mintákat hasonló anyagú és fürtös alakú közös beömlő rendszerre erősítik (*bokrosítás*). A formázás folyékony formázóanyagba való ismételt mártogatásból és szárításból áll. A formázóanyag általában szilikátpor tartalmú emulzió. A réteg hizlalását addig folytatják, míg el nem éri a 2–10 mm vastagságot. Ezután durvább szemcséket tartalmazó formázóanyagba mártogatják, majd a végleges vastagság elérése után kiolvasztják a viaszt, az üres kéregformákat pedig kiégetik. Öntéshez a formákat homokba ágyazzák és kiöntik folyékony fémmel. Precíziós öntéssel változatosabb alakú és pontosabb, jobb felületű öntvények állíthatók elő, de csak kisebb darabok esetén alkalmazható.

### Keramikus formázás

A keramikus formázás célja nagy hőállóságú forma létrehozása. Ehhez cirkon és timföld kötőanyag keverékét öntenek egy mintára. Száradás után a formát leválasztják a mintáról és kiégetik. Ezután a formafeleket összeillesztik és kiöntik.

### Gravitációs kokillaöntés

A legegyszerűbb kokillaöntési módszer régóta alkalmazott technológia. A kokillákat forgácsolással készítik, a felületeken 0,5–2°-os oldalferdeséget alkalmaznak. A homokformába öntéshez képest pontosabb a méret, a jobb a felület és a lényegesen nagyobb a termelékenység.

### Kiszorításos kokillaöntés

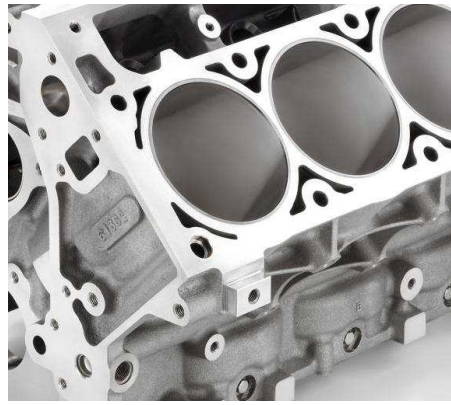
A módszer alkalmazásakor a nyitott alsó kokillába beöntik az olvadt fémet, majd a felső kokillát az alsóhoz préselik, miközben az olvadt fém felveszi a kokillaüreg alakját és jelentős nyomás alá kerül. A kiszorításos kokillaöntés egyesíti az öntés és a kovácsolás sajátosságait. Színesfém szerelvények (pl. fürdőszoba csaptelepek) gyártásában és az autóiparban használják.



2. ábra. Acéldugattyú öntvényből



3. ábra. Acél dugattyú és hajtókar öntvényből



4. ábra. Perselyes motorblokk. A henger vas, ez van “körbe” öntve könnyű alumíniummal.

<http://www.geree.hu/motor-mechanika/a-hengerfejtomites-alatt/hengertomb/>



5. ábra. Motorblokkok szilíciummal ötvözött alumínium öntvényből

Geree.hu. A motorok világa perselyes. <http://www.geree.hu/motor-mechanika/> .

### 7.1.2. Olvasztó berendezések

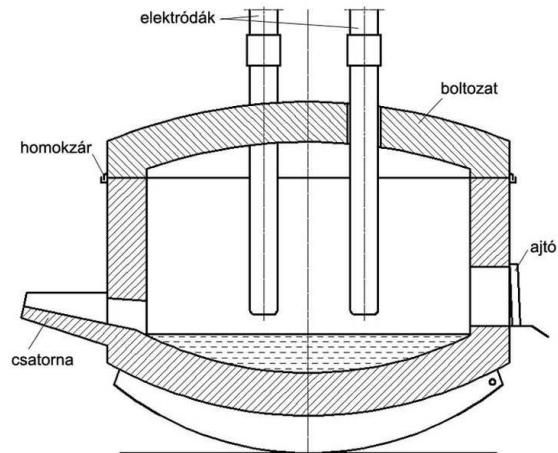
**Tégelykemencék:** Az olvasztandó fémet általában grafitból készült tégelyben olvasztják meg. A fűtés földgázzal vagy elektromos módszerrel történik. A fémfürdő felületét sóolvadék réteggel vagy védőgázzal, esetleg vákuummal védik meg az oxidációtól.



6. ábra. Indukciós öntési tégelykemence,

<http://www.ua.all.biz/hu/indukcios-ontesi-tegelykemencek-g603627>

**Ívkemencék:** A fémet az elektromos ív hőhatásával olvasztják meg, főleg ötvözött acélöntvények anyagának készítésére használják.



7. ábra. Acélgártás, Heroult Ivkemence  
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Acélgártás>

**Kupolókemencék:** Aknás típusú kemence, a legrégebben használt típus az öntödékben. Az alapanyagot (nyersvasat, kokszt) felülről adagolják, levegőt fújnak be, a megolvadt vasanyagot és a salakot külön csapolják.

**AOD (Argon Oxygen Decarburization) konverterek:** A konverterben lévő vasfűdőt a befúvatott argon–oxigén–nitrogén gázkeverék állandó keverésben tartja, amivel meggyorsulnak a redukációs folyamatok. Főleg alacsony szén- és szennyező tartalmú saválló acélok gyártásakor használatos.



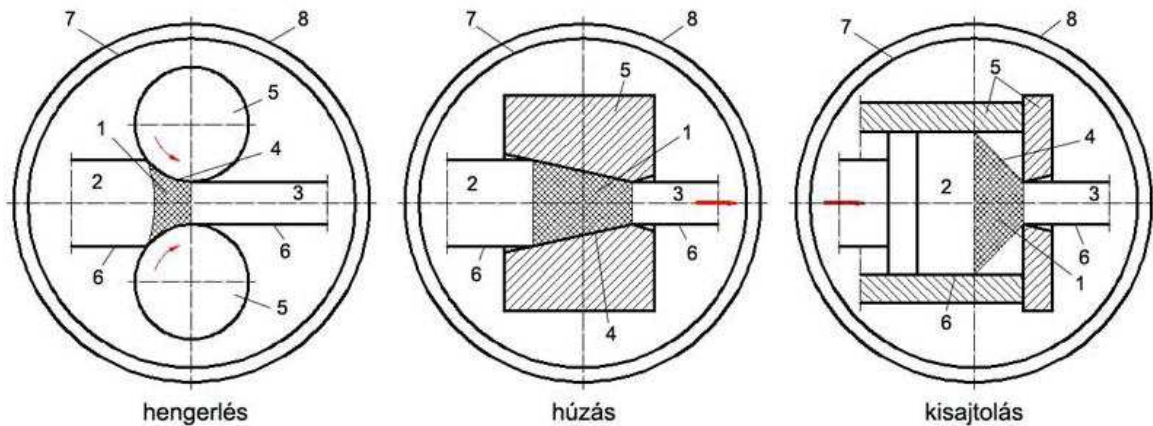
8. ábra. Argon oxigén befúvású szénmentesítő konverter  
[http://www.tradekorea.com/product-detail/P00300110/AOD\\_argon\\_oxygen\\_decarburization\\_.html](http://www.tradekorea.com/product-detail/P00300110/AOD_argon_oxygen_decarburization_.html)

### 7.1.3. Képlékenyalakítás,

A **képlékenyalakítás** a fémek alakításának az a módszere, amikor a darab alakját úgy változtatjuk meg, hogy arra megfelelő nagyságú erőt fejtünk ki, miközben az anyagfolytonosság nem szakad meg (nincs szakadás, törés) és a test tömege változatlan marad. Az alakítás befejezése után a darab **alakja megmarad** (*maradó alakváltozás*), szemben a *rugalmas alakváltozással*. Az esetlegesen leváló anyagmennyiség nem forgács alakban távozik, ezért régebben használták az eljárásra a *forgács nélküli megmunkálás* elnevezést is. A fémek képlékenyalakítására számos módszer alakult ki.

#### A legfontosabb képlékenyalakítási technológiák

- az öntés,
- a kovácsolás,
- a hengerlés,
- a húzás,
- a kisajtolás,
- a varrat nélküli csőgyártás stb.



9. ábra. Képlékeny alakítások: hengerlés, húzás, kisajtolás

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Képlékenyalakítás>

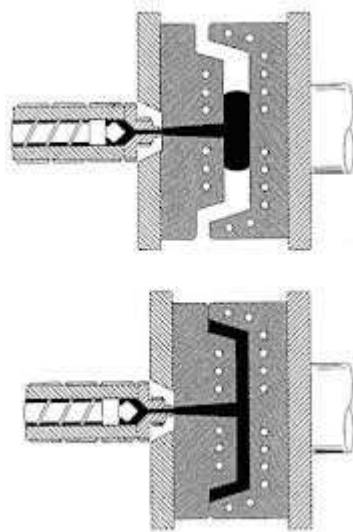
A fémek képlékenyalakítása történhet **melegen, hidegen vagy félmelegen**. A felmelegített darabok kisebb erőhatással alakíthatók, mert ilyenkor kisebb az alakítási szilárdság ( $k_f$ ) értéke. A meleg- és a hidegalakítás között az adott fémre jellemző *újrakristályosodási hőmérséklet* a választóvonal. Az újrakristályosodási hőmérséklet fölött az egymást követő alakítási műveletek között a fém újrakristályosodik, azaz nem lép fel keményedés. Ezzel szemben a hidegalakítás során a darab keményedik, ami egy idő után akár lehetetlenné is teheti a további alakítást. Ilyenkor – ha további képlékenyalakításra van szükség – a fémet lággyítással ismét alakítható állapotba kell hozni.

### 7.1.4. Préselés

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus\\_sajtók](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus_sajtók)

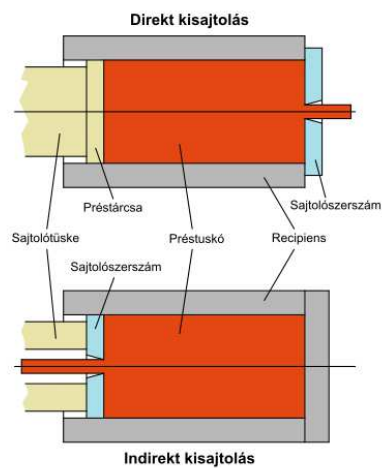
#### Direkt extrudálás sajtolás; indirekt préselés

- **Hidraulikus sajtók:** A hidraulikus sajtókban az alakítást a hidraulikus hengerben mozgó dugattyúhoz kapcsolt szerszám végzi, az alakító erőt nagynyomású víz vagy olaj közvetíti. Megkülönböztetjük a négy- és kétszlopos, valamint a zárt keretes hidraulikus sajtókat – mindezek általában a nagyobb darabok szabadalakító kovácsolására szolgálnak.
- **Mechanikus sajtók:** A medvét változatos mechanikus megoldásokkal mozgatják (így például vannak forgattyús és excenteres sajtók, dörzsajtók).



10. ábra. Fröccs sajtolás

<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch09s08.html>



11. ábra. Kisajtolás módjai: direkt, indirekt

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kisajtolás>



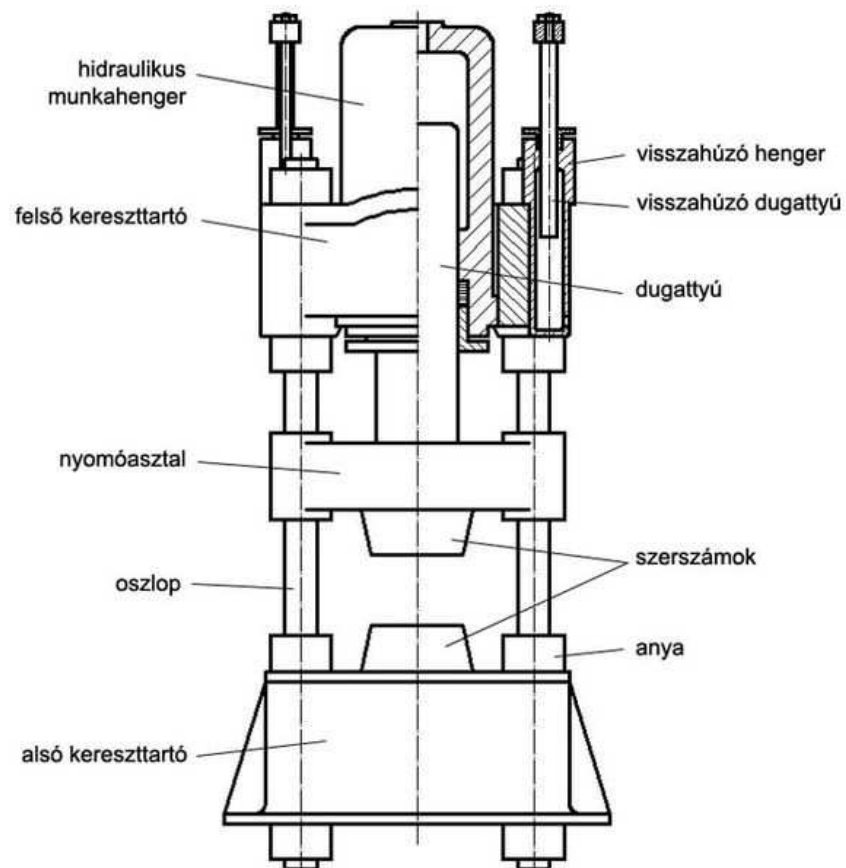
12. ábra. Mechanikus sajtó

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus\\_sajtók](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus_sajtók)



13. ábra. Pneumatikus asztali sajtoló gép

<http://www.flexmont.hu/Termekeink/Sajat-gyartasu-epitoelemek>



14. ábra. Négyoszlopos hidraulikus kovácssajtó

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Hidraulikus\\_kovácssajtó](http://hu.wikipedia.org/wiki/Hidraulikus_kovácssajtó)





15. ábra. Csavarorsós prés

<http://www.fermatmachinery.com/hasznalt-gepek/pres/csavarorsos/lv-500-hu-122012/>

#### 7.1.5. Mélyhúzás.

A képlékenyen alakító technológiai eljárásokat a külső alakító erő által létrehozott mechanikai feszültség és a művelet jellege szerinti feszültségek alapján lehet csoportosítani:

- *Nyomásos alakítás:* a fő alakváltozást egy-vagy többtengelyű nyomófeszültség hozza létre (**kovácsolás, hengerlés, kisajtolás, folytatás**).
- *Húzó-nyomó alakítás:* az alakváltozás húzó- és nyomófeszültségek együttes hatására jön létre (**rúd-, drót- és csőhúzás, mélyhúzás**).
- *Húzó jellegű alakítás:* egy- vagy többtengelyű húzófeszültség segítségével történik az alakítás (nyújtvahengerlés, feltágítás, domborítás).
- *Hajlító alakítás:* vékony termékek hajlítása, például a lemezek élhajlítása, a görgőkkel végzett idomhajlítás tartozik ide.
- *Alakítás csúsztatófeszültséggel:* a **szabadalakító kovácsolás** technológiai műveletei közül az áttolás és a csavarás sorolható ide.

Az **alakítástechnológiai eljárások** különböző jellegű mechanikai feszültségeket „alkalmaznak”. Ettől eltekintve azonban a képlékenyalakító technológiáknak közös sajátosságaik is vannak. A gyártástechnológiák egységes elvet megfogalmazó rendszerében *Lange* nyolc kategóriába sorolja a kapcsolódó fogalmakat:

1. *Alakítási zóna:* az a térrész, amelyben a képlékeny alakváltozás végbemegy (geometriai viszonyok, feszültségállapot, alakváltozás, sebességviszonyok, hőmérséklet-eloszlás stb.).
2. *Az alakítandó anyag jellemzői:* kémiai összetétel, mechanikai és fizikai tulajdonságok, kristályszerkezet, fémtani jellemzők.
3. *Az alakított anyag jellemzői:* minőség, méretek és ugyanazok a jellemzők, mint az előző pontban (de többségük változó értékkel).
4. *Határréteg:* az alakított anyag és az alakító szerszám határrétegeiben lezajló sajátos jelenségek, súrlódás, kenőanyagok, kopás.
5. *Alakító szerszám:* szerszámgeometria, szerszámanyag, szerszám méretezése, kopása, mechanikai és termikus igénybevétele stb.

6. *Az alakított anyag és a környezet közötti kölcsönhatások:* a fém felületén végbemenő fizikai és kémiai folyamatok, oxidáció, adszorpció stb.

7. *Alakító gép:* az alakítási folyamatok kinematikai és dinamikai feltételeinek biztosítása, méretpontosság, kapacitás, energiaigény.

8. *Gyártó üzem:* alakító gépek rendszere, segédberendezések, melegítő és hűtő egységek, anyagmozgatás, ergonómia, környezetvédelem, üzemszervezés, automatizálás stb.

## 7.2. Kovácsolás, forgácsolás.

### 7.2.1. Kovácsolás,

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kovácsolás>

A **kovácsolás** a fémek képlékeny alakításának legősibb módszere. Kovácsoláskor a fémet általában két szerszám alakító felületei között, ütésekkel vagy nyomással formálják. Alakíthatják melegen, hidegen vagy félmeleg állapotban (ez egyébként a legtöbb képlékenyalakító módszerre igaz). A kovácsolt darabok hossza néhány millimétertől több méterig terjedhet. A kovácsolás lehet kézi vagy gépi, utóbbi lehet szabadalakító vagy süllyesztékes.

A kovácsolás célszerű módszerét a gyártás költségei határozzák meg, ez pedig elsősorban a sorozatok nagyságától függ. A gyártási költség egyik tényezője a **forgácsolási költség**. **Szabadalakító kovácsolásnál** majdnem mindig nagyobb forgácsolási hozzáadással kell dolgozni, tehát nagyobbak a forgácsolási költségek. A **süllyesztékes kovácsolásnál** a **süllyeszték szerszám költségeit** kell figyelembe venni. Minél nagyobb a széria, annál kisebb a szerszám fajlagos költsége, tehát a süllyesztékes kovácsolás egyértelműen a tömeggyártás módszere. Számításba kell még venni a *melegítés*, a *gépek működtetése*, az *élőmunka* stb. költségeit is.

### Szabadalakító kovácsolás műveletei

- **Nyújtás:** A szabadalakító kovácsolás legalapvetőbb művelete. A nyújtóbetét általában lapos, téglalap nyomófelületű szerszám. A nyújtás annál erőteljesebb, minél keskenyebb a nyújtóbetét.
- **Duzzasztás:** Olyankor szükséges, ha kis keresztmetszetű kiinduló anyagból nagyobb keresztmetszetű darabot kell kovácsolni. Gyűrűk, korongok, tárcsák lyukasztásának előkészítésére is alkalmazzák.
- **Lyukasztás:** Tömör vagy üreges lyukasztó tuskével végzik, egy vagy két oldalról.



16. ábra. Kivágó és-lyukasztó gép

<http://www.fermatmachinery.com/hasznalt-gepek/mas-gepek/kivago-es-lyukasztó-gép/>

- **Vállazás:** Az éles vagy nagyobb átmenetek kialakításának segédművelete. Egyszerű nyújtással ugyanis nem lehet éles átmenetet biztosítani, mert az ütések helye mellett az anyag behúzódik.
- **Áttolás:** Az anyagtakarékosságot és a kedvezőbb szálrendeződést segíti elő.



17. ábra. Excenteres kézi hajlító gép  
<http://www.okgep.hu/xs.html>

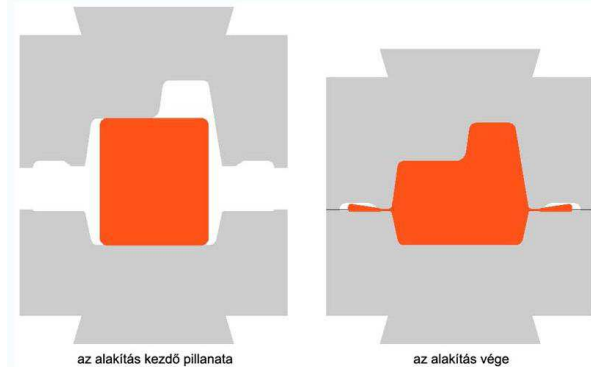


18. ábra. Amada HD 1003 NT motoros meghajtású hajlító gép  
<http://www.cnc.hu/2011/06/standbemutato-epl-tech-kft/>

- **Hajlítás:** Általában a görbe kovácsdarabok alakításának utolsó művelete. Többnyire csak a darab egy kis részét kell egy görbe vonal mentén meghajlítani. Eközben ügyelni kell a húzott, külső oldal „behúzódására”: ezen a részen szükség esetén anyag többletet kell biztosítani.
- **Csavarás:** Kényes művelet, ezért megfelelő hőmérsékleten kell végezni. A kovácsdarab egyik részét általában úgy fordítják el valamilyen szöggel a többihez képest, hogy a darabot először egy síkban lekovácsolják, és a műveletsor végén csavarják meg.
- **Kovácshegesztés:** A bonyolult alakú kovácsdarabokat gyakran részekre bontva kovácsolják, és a részeket hegesztéssel, igen gyakran kovácshegesztéssel egyesítik. A kis karbon tartalmú (a kohászatban a szén helyett többnyire a karbon kifejezést használják) acélok (mintegy 0,15% C-tartalomig) általában jól hegeszthetők, e fölött azonban a hegeszthetőség már korlátozott.

### Süllyesztékes kovácsolás

**Süllyesztékes kovácsolással** bonyolultabb kovácsdarabok állíthatók elő, a szabadalakító kovácsolásnál pontosabban és többnyire nagy sorozatban. A munkadarabot általában két félből álló szerszámmal alakítják, ezek a *süllyesztékek*. A süllyesztékszerszámokba a kovácsdarab két részre osztott negatívját munkálják be. A süllyesztékeket elválasztó felület az *osztófelület*.



19. ábra. Süllyesztékes kovácsolás

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kovácsolás>

A **süllyesztékes kovácsolásnak** számos módszere van (sorjával végzett, sorja nélküli, méretpontos stb.). A következőkben a „legközönségesebb” eljárásról, a sorjával végzett alakításról szólunk. Ebben a darabolási pontatlanságból származó és az egyéb szempontok miatt tervezett anyag többlet az üreg és az osztófelület határán kiképezett üregrészbe áramlik: ez a *sorjacsatorna*, a bekerülő anyag pedig a *sorja*. A sorjacsatorna két, jól megkülönböztethető része:

- a *sorjahíd* és
- a *sorjzsák*.

Az üregben el nem férő anyag többlet a sorjahídon távozik a sorjzsákba. A sorjahíd méreteit úgy kell megválasztani, hogy az anyag kiáramlását tegye lehetővé, de egyúttal gátolja is annyira, hogy az anyag előbb a süllyesztéküreg nehezebben töltődő részeit töltse ki. A sorjzsák méretét úgy kell meghatározni, hogy elférjen benne a kiáramló anyag. A sorja eltávolítása a kovácsolás végén egy külön művelet (*sorjázás*).

### A kovácsolás gépei

A kovácsolásra alkalmas alakító gépek három csoportja:

- **Kalapácsok:** Kovácsüzemi kalapácsoknál az alakítást általában egy gyorsulva mozgó tömeg (medve) mozgási energiája végzi el. A medve mozoghat a nehézségi gyorsulással, vagy annál gyorsabban. A medvét mozgathatják mechanikusan, illetve sűrített gőzzel vagy levegővel. A szabadalakító és a süllyesztékes kovácsolásra alkalmas kalapácsok egyik legalapvetőbb különbsége az alapozás: a szabadalakító kalapácsok tőkéjét és gépállványát külön alapozzák, a süllyesztékes kalapácsokat (amelyekben a tőke és az állvány egyetlen, zárt rendszer) egyetlen alaptömbön helyezik el.

*Rugós kalapács*

*Légpárnás kalapács*

*Ejtőkalapácsok*

*Gőz-léskalapácsok*

*Hidraulikus kovácsajtó*

### 7.2.2. Forgácsolás.

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Forgácsolás>

A **forgácsolás** olyan anyag megmunkáló módszer, amelynél a kiinduló darabról a főleges részeket – egy arra alkalmas szerszám (*forgácsolószerszám*) segítségével – *forgács* formájában

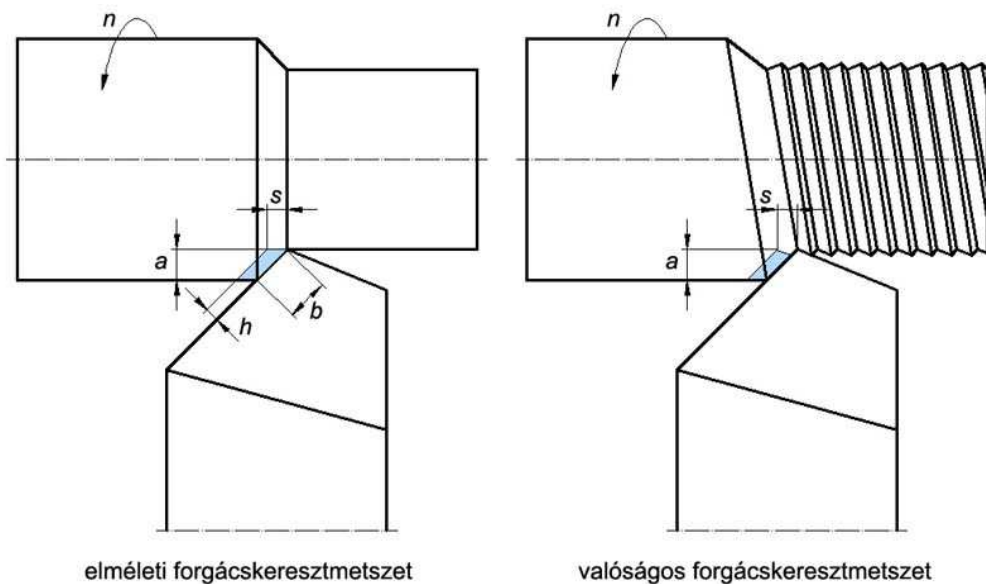
távolítják el. A forgácsolás történhet mértanilag határozott és határozatlan élű szerszámmal. A határozott élű szerszámok közé tartozik például az *esztergakés* vagy a *fűrészlap*, a határozatlan élű szerszámok közé például a *köszörűkorong*.

A forgácsolás fontosabb módszerei az **esztergálás**, a **gyalulás** és **vésés**, a **marás**, a **fúrás**, a **köszörülés**, az **üregelés** stb. Néhány forgácsolási műveletet kézzel is el lehet végezni (pl. reszelés, dörzsölés, fűrészelés), de általában gépi erővel, *forgácsológépekkel* forgácsolnak.

### Mozgásviszonyok

A forgácsolási művelet végrehajtásához a munkadarabnak és a szerszámnak el kell mozdulni egymáshoz képest. A mozgásokat mindig egy állónak képzelt munkadarabhoz viszonyítják, függetlenül attól, hogy a tényleges mozgások hogyan is valósulnak meg. A forgácsolás során előforduló mozgásfajták:

- a *forgácsoló mozgás* előtoló mozgás nélkül egyszeri forgácsleválasztást tesz lehetővé a munkadarab egy fordulata vagy lökete alatt;
- az *előtoló mozgás* a forgácsoló mozgással együtt folyamatos vagy többszöri forgácsleválasztást biztosít több fordulat vagy több löket alatt;
- a *hozzállító mozgás* az a mozgás, amellyel a forgácsolás megkezdése előtt a szerszámot a munkadarabhoz állítják;
- a *fogásvételi mozgás* az a mozgás, amellyel a leválasztandó anyagréteg vastagságát beállítjuk, eredménye a *fogásmélység*;
- az *utánállító mozgás* korrekciós, hibakiigazító mozgás a darab és a szerszám között.



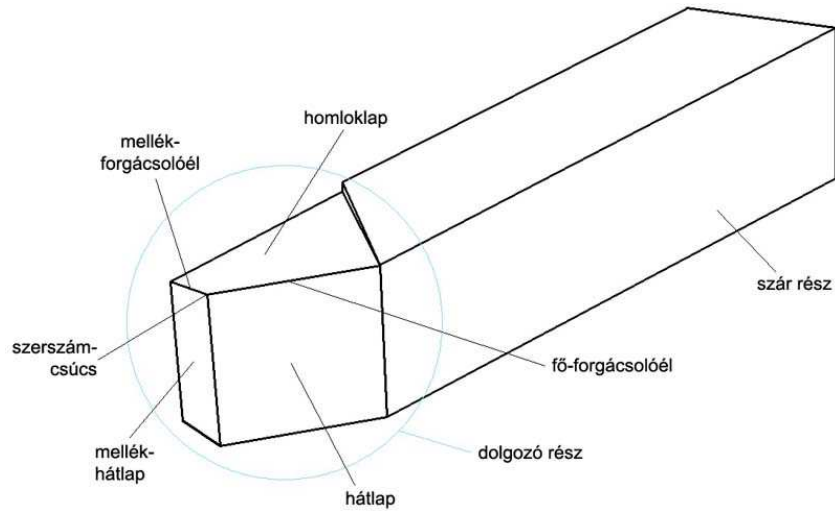
20. ábra. A forgácskeresztmetszet elméleti és tényleges alakja

<http://gepeszet.hupont.hu/5/hideg-alakitas-i>

### A forgácsoló szerszámok élgeometriája

A forgácsoló szerszámok esetén egyértelműen meghatározható élgeometriáról csak a szabályos élű szerszámok esetén lehet beszélni. De a különböző célú szabályos élű szerszámok kialakítása is igen változatos. Ezért a forgácsoló szerszámmal kapcsolatos fogalmak értelmezését mindig a legegyszerűbb alakon, az egyélű szerszámon lehet bemutatni.

A forgácsoló szerszámoknak két fő részre van: a *szár* és a *forgácsoló* rész. A forgácsoló részt jellemző felületek, szögek és vonalak összességét, egymáshoz viszonyított helyzetét és számszerű értékeiket összefoglaló néven *élgeometriának* nevezik.



21. ábra. Forgácsolószerszám részei és élgeometriája

### Forgácsoló szerszámok

A különböző forgácsolási feladatok ellátására sokféle forgácsoló szerszám létezik. Ezeket az alábbi szempontok szerint lehet csoportosítani:

- az élek száma szerint lehet egyélű, kétélű, szabályosan és szabálytalanul sokélű;
- az alkalmazás szerint van esztergakés, gyalukés, fúró, maró, üregelő tüske stb.;
- a dolgozó rész anyaga szerint szerszámacél, keményfém, kerámia, gyémánt és egyéb anyag;
- szerkezeti kivitel szerint tömör, tompán hegesztett, váltólapkás, betétkéses stb.;
- egyéb szempontok szerint (pl. az élszögek nagysága, a szerszám méretei stb.).

A forgácsoló szerszámok anyagának a kiválasztásakor **négy jellemzőt kell** elsősorban figyelembe venni: az anyag keménységét, szilárdságát, hőkezelését és a gazdaságossági kérdéseket.

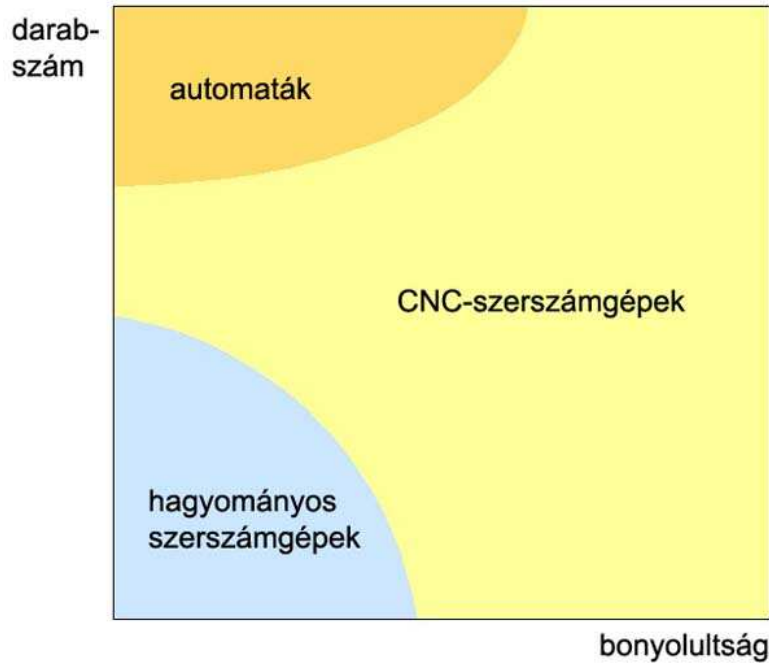
**Forgácsoló szerszámok készítéséhez az alábbi anyagokat használják:**

- szerszámacélok,
  - ötvöztelen szerszámacélok,
  - ötvözött szerszámacélok,
  - gyorsacélok,
- keményfémek,
- kerámia szerszámanyagok,
- egyéb anyagok (pl. elbor-R, kompozit, gyémánt).

A forgácsoló szerszámok dolgozó része használat közben mechanikai igénybevétel szorved, felmelegszik. Emiatt a szerszám keménysége és szilárdsága csökken, a fellépő súrlódás miatt pedig kopik. A kopás a szerszám egyes részein jellegzetes kopásformákat okoz. A jellemző főbb kopásformák: hátkopás, homlokkopás, kráteres kopás, élkopás és csúcskopás. A kopás miatt a szerszám csak egy adott ideig használható. Ezt az időt fejezi ki az éltartam.

### Forgácsoló szerszámgépek

A tágabb értelemben vett szerszámgépek közé tartoznak azok a munkagépek, amelyek mechanikai energia felhasználásával valamilyen módon – forgácsolással vagy képlékenyalakítással – szerkezeti anyagokat (fém, fa, műanyag stb.) dolgoznak fel, változtatják azok alakját. A forgácsoló szerszámgépek **forgács leválasztásával** végzik az anyag megmunkálását. Ilyenek pl. az *esztergagép*, a *gyalugép*, a *marógép*, a *fúrógép* stb. A forgácsoló gépek sokszor egyetlen fajta művelet végzésére alkalmasak (*célgépek*), de gyakoriak az *univerzál* vagy *egyetemes* gépek is, amelyek többféle feladat ellátására is alkalmasak.



22. ábra. A forgácsoló gépek típusának és a darabszámnak az összefüggése

A **forgácsológépek fontosabb részei**: a gépágy vagy állvány, a hajtómű, a szerszámtartó, a munkadarabot befogó készülék, az előtolómű stb. Irányításuk lehet **kézi, gépi** (automatizált) vagy **vezérelt**. A korszerű szerszámgépeken a vezérlést **számjegyvezérléssel** (NC-gépek, NC - *Numerical Control*) vagy **számítógépes vezérléssel** (CNC-gépek, CNC - *Computer Numerical Control*) oldják meg. Azt, hogy milyen típusú szerszámgépet célszerű használni adott feladat ellátására, a gazdaságosság kérdése dönti el, konkrétan a termék sorozatnagysága. Nyilvánvaló, hogy egy nem túl bonyolult darab forgácsolási feladatait egy hagyományos szerszámgép gazdaságosan tudja ellátni, ugyanakkor a nagy sorozatú és nem nagyon bonyolult darabok esetén az automaták (célgépek) alkalmazása jöhet szóba.

A forgácsoló szerszámgépek csoportosítását el lehet végezni a szerszám és a munkadarab közötti mozgásviszonyok alapján.

A *forgácsolómozgás* lehet:

- egyenes vonalú (pl. gyalulás, vésés, üregelés),
- kör alakú (pl. esztergálás, marás, fúrás, köszörülés),
- görbe vonalú (nem forgástestek esztergálása, menetfúrás, másoló gyalulás).

Az *előtolómozgás* lehet:

- egyenes vonalú folyamatos (pl. esztergálás, marás, fúrás),
- egyenes vonalú szakaszos (pl. gyalulás, vésés, síkköszörülés),
- kör alakú szakaszos (gyalulás vagy vésés kör alakú felületen),
- görbe vonalú folyamatos (pl. másolóesztergálás, másolómarás),
- görbe vonalú szakaszos (másológyalulás, másolóvésés).

## **Kérdések:**

- 7.1. Mi az öntészet feladata és célja?
- 7.2. Osztályozza a különböző öntészeti módszereket az öntött fém milyensége, az öntési módszer, és az öntőforma anyaga szerint!
- 7.3. Ismertesse a keramikus formázás útján történő öntészeti technológiát!
- 7.4. Ismertesse a gravitációs és a kiszorításos kokillaöntés útján történő öntészeti technológiát!
- 7.5. Hogyan készül az öntéshez a forma?
- 7.6. Milyen eljárásokat különböztet meg a fémöntés és a formakészítés technológiája szerint?
- 7.7. Ismertesse a nyers homokformázást! Mi a szerepe az alsó és a felső mintafélnek?
- 7.8. Hogyan történik a precíziós öntés, a keramikus formázás, a gravitációs kokillaöntés és a kiszorításos kokillaöntés!
- 7.9. Adja meg a szerepét a tégelykemencének, az ívkemencének, a kupolókemencének és az argon–oxigén széntelenítő kemencének!
- 7.10. Ismertesse, milyen módszer a képlékenyalakítás!
- 7.11. Sorolja fel a legfontosabb képlékenyalakítási technológiákat!
- 7.12. Ismertesse a hidraulikus sajtók működését!
- 7.13. Ismertesse a mechanikus sajtók működését!
- 7.14. Ismertesse a Fröccs sajtolás folyamatát!
- 7.15. Ismertesse, mit jelent a direkt és a indirekt kisajtolás!
- 7.16. Ismertesse, hogyan működik a csavarorsós prés!
- 7.17. Ismertesse a művelet jellege szerinti feszültségek alapján a képlékenyen alakító technológiai eljárásokat!
- 7.18. Ismertesse, mi történik a megmunkálandó anyaggal a kovácsolás során!
- 7.19. Ismertesse a szabadalakító kovácsolás műveleteit!
- 7.20. Ismertesse a süllyesztékes kovácsolás módszereit és egyik eljárását!
- 7.21. Sorolja fel a kovácsolás gépeit!
- 7.22. Ismertesse a forgácsolás nevű anyagmegmunkáló módszert!
- 7.23. Adja meg a forgácsoló szerszámok csoportosítását!
- 7.24. Soroljon fel forgácsoló szerszámgépeket!
- 7.25. Sorolja fel a forgácsológépek fontosabb részeit!
- 7.26. Sorolja fel a forgácsolás fontosabb módszereit!
- 7.27. Milyen cél esetében használ kézi irányítású, vagy CNC – (Computer Numerical Control) vezérelt forgácsológépet?
- 7.28. Milyen forgácsolómozgást, illetve előtolómozgást különböztet meg a forgácsoló szerszámgépek esetében?