

# **Dr. Szabó László**

## **Forgácsolás, hegesztés**

---

### **BEVEZETÉS**

Ez a jegyzet az alakítástechnológiai ágazatos hallgatók tantervében szereplő *Forgácsolás, hegesztés* című tantárgy tananyagát tartalmazza.

A képlékeny alakítással előállított termékeknek csak egy kis része használható fel közvetlenül. A félkésztermékeket a felhasználás előtt még valamilyen módon megmunkálják. A legelterjedtebb gépészeti megmunkáló módszer a *forgácsolás*, amelynek segítségével megadják az alkatrésznek beépítés előtti végleges formáját. Bizonyos esetekben az adott gépalkatrész összetett, ezeknek előállításánál használhatják a *hegesztést* (vagy a *forrasztást*). A jegyzet ezt a két területet tárgyalja - a képlékenyalakítók számára indokolt mélységben.

A kiadvány Dr. Mecseki István 1985-ös kiadású hasonló című egyetemi jegyzetének felhasználásával készült.

---

A jegyzet elejére

Az 1. fejezetre

---

*Dr. Szabó László: Forgácsolás, hegesztés*  
*Miskolc, 2000 © Szabó László*

---

## **1. FORGÁCSOLÁS**

### **1.1. Általános kérdések**

Egy késztermék gyártási folyamata három részfolyamatra bontható:

- előtermék-gyártás,
- alkatrészgyártás,
- szerelés.

Az előterméket sok módszerrel állítják elő, leggyakrabban képlékeny alakítással. A képlékeny alakítás végtermékét használja fel az alkatrészgyártó, aki egy megfelelően megválasztott megmunkáló eljárás alkalmazásával éri el, hogy az alkatrész a műhelyrajznak megfelelő alakot elérje. A megmunkáló eljárások sokféleségét a DIN 8580, illetve az MSZ 05 09.0001/1-85 számú szabványok rendszerezik. A szabványok az összes megmunkáló eljárást hat főcsoportra osztják:

- alaklétesítés,
- képlékeny alakítás,
- szétválasztás,
- egyesítés,
- bevonás,
- anyagtulajdonság megváltoztatása.

A főcsoportok természetesen további részekre osztódnak, a minket érdeklő forgácsolás a *szétválasztás* főcsoportba tartozik.

A forgácsolás két jól elkülöníthető csoportra osztható:

- forgácsolás mértanilag határozott élű szerszámmal,
- forgácsolás mértanilag határozatlan élű szerszámmal.

Az első csoportba tartozik például az *esztergálás*, *gyalulás*, *fúrás* stb., míg a másodikba a *köszörülés* és a *polírozás*.

## 1.2. A forgácsolás mozgásviszonyai

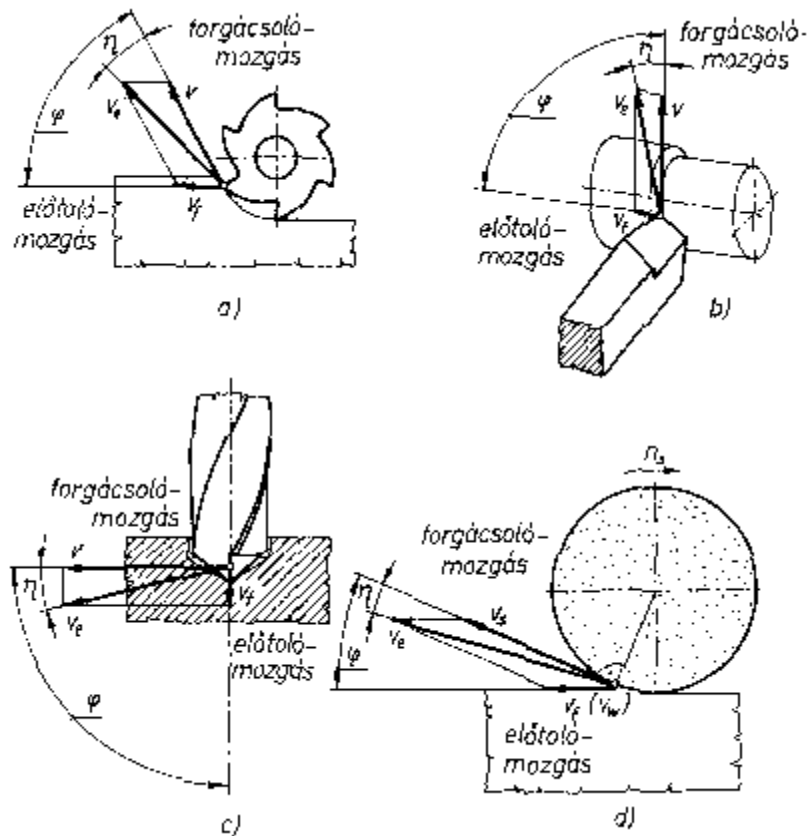
A forgácsolás alapvető jellemzője, hogy az előgyártmányról egy arra alkalmas szerszám segítségével, forgács formájában távolítjuk el az anyagfelesleget. A művelethez a szerszámon kívül szükség van még a szerszámgépre is, amely a munkadarab és a szerszám relatív mozgását biztosítja.

A sikeres forgácsolási művelethez a munkadarab és a szerszám közötti relatív mozgásra van szükség. A relatív mozgásokat mindig egy állónak képzelt munkadarabhoz viszonyítjuk, függetlenül attól, hogy a tényleges mozgások hogyan is valósulnak meg. A forgácsolásnál előforduló mozgásfajták:

- forgácsoló-,
- előtoló-,
- működő-,
- hozzáállító,
- fogásvételi,
- utánállító mozgás.

A **forgácsolómozgás** előtoló mozgás nélkül egyszeri forgácsleválasztást tesz lehetővé a munkadarab egy fordulata vagy lökete alatt (*1.1. ábra*). A forgácsolómozgás lehet

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



1.1. ábra

A forgácsolómozgás sebessége a *forgácsolósebesség*, amely a forgácsolóél kiválasztott pontjának pillanatnyi sebessége a munkadarabhoz viszonyítva a forgácsoló irányban. Jele  $v$ , mértékegysége pedig m/min vagy m/s. Általában a legnagyobb munkadarab- vagy szerszámátmérőre számítjuk.

Az **előtolómozgás** a forgácsolómozgással együtt folyamatos vagy többszöri forgácsleválasztást biztosít több fordulat vagy több löket alatt. 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).

Az előtolómozgás egy adott pontban értelmezett pillanatnyi iránya az *előtolóirány*, amelynek értékét a  $\varphi$  *előtolóirány-szög* határozza meg. Az *előtolóirány-szög* a forgácsolóirány és az előtolóirány által bezárt szög. Az előtolómozgás sebessége az *előtolósebesség*, melynek jele  $v_e$ , mértékegysége pedig m/min, mm/min vagy mm/s lehet. Az előtolómozgásnak egy fordulatra vagy löketre vonatkoztatott értéke az *előtolás*, jele  $s$ , mértékegysége pedig mm/fordulat, mm/löket.

A **működőmozgás** tulajdonképpen a forgácsolómozgás és az előtolómozgás eredője. Ebből következik, hogy ha nincs előtolómozgás (pl. üregeléskor), akkor a forgácsolómozgás és a

működőmozgás egybeesik. A működőmozgás irányát a *működőirány-szöggel* ( $\eta$ ) jellemezzük. A működőmozgás sebessége a *működősebesség*, jele  $v_e$ .

A **hozzállító-mozgás** az a mozgás, amellyel a forgácsolás megkezdése előtt a szerszámot a munkadarabhoz állítjuk.

A **fogásvételi mozgás** az a mozgás a darab és a szerszám között, amellyel a leválasztandó anyagréteg vastagságát beállítjuk. A fogásvételi mozgás eredménye a *fogásmélység*, amelynek jele  $a$ , mértékegysége mm.

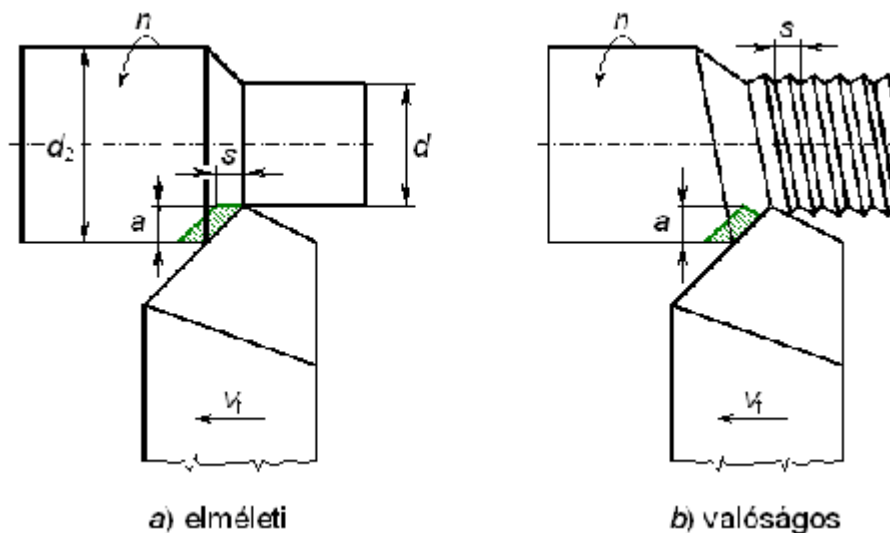
Az **utánállítómozgás** egy korrekciós, hibakiigazító mozgás a darab és a szerszám között.

### 1.3. A forgácskeresztmetszet

A forgácsolás során a leválasztott anyagrészek forgács formájában kerülnek eltávolításra. Ezen anyagrészeknek a forgácsolóirányra merőleges keresztmetszetét *forgácskeresztmetszetek* nevezzük. A forgácskeresztmetszet lehet állandó (pl. esztergáláskor), vagy változó (pl. maráskor). A szerszámkialakítás miatt azonban meg kell különböztetni elméleti és valóságos forgácskeresztmetszetet (1.2. ábra). A gyakorlati számítások során mindig az elméleti forgácskeresztmetszettel számolnak az

$$A = a \cdot s$$

összefüggés alapján (ahol tehát  $a$  fogásmélység,  $s$  előtolás).



1.2. ábra

A forgácskeresztmetszet alakja - azonos előtolás és fogásmélység mellett is - különböző lehet aszerint, hogy milyen a forgácsolószerszám kialakítása, azaz mekkora a  $\kappa_r$  *főélelhelyezési szög*. A forgácskeresztmetszet nagysága azonban természetesen változatlan, és a  $b$  *forgácsszélesség* és a  $h$  *forgácsvastagság* szorzataként is értelmezhető:

$$A = b \cdot h$$

A példában állandó keresztmetszetű forgácsról van szó. Változó keresztmetszetű forgács esetén (pl. maráskor) a közepes forgácsvastagsággal kell számolni.

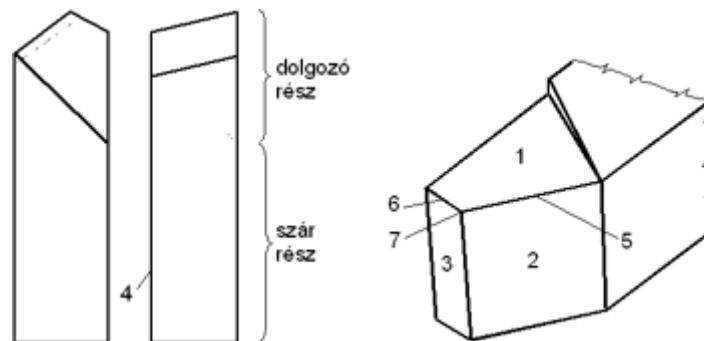
#### 1.4. A forgácsoló szerszámok élgeometriája

A forgácsoló szerszámok esetén egyértelműen meghatározható élgeometriáról természetesen 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 egyélű szerszámon végezzük.

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

A dolgozó részen elhelyezkedő szerszámelemek az 1.3. ábra jelölései alapján:

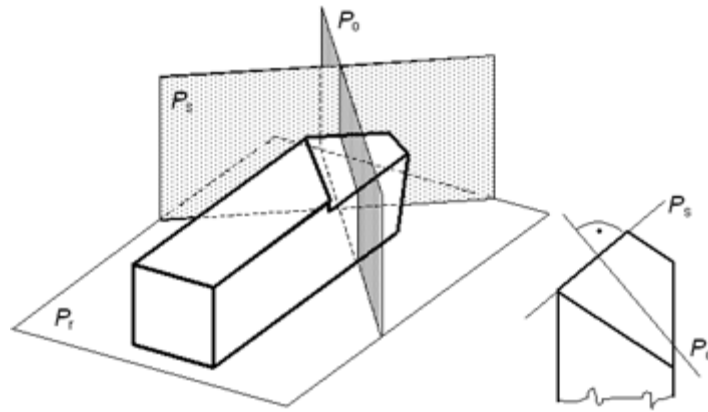
1. homloklap,
2. hátlap,
3. mellékhátlap,
4. felfekvőlap,
5. főforgácsolóél,
6. mellékforgácsolóél,
7. szerszámcsúcs.



1.3. ábra

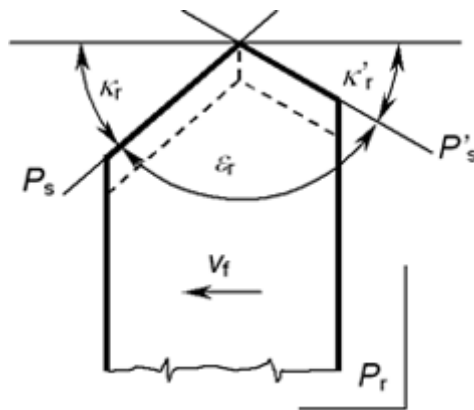
A szerszámlapok és szerszámelek meghatározott szögeket zárnak be egymással, amelyeket élszögeknek nevezünk. Az élszögeket különböző koordináta-rendszerekben - *ortogonál* és *normál* élszögrendszerben - értelmezhetjük.

Az ortogonál élsíkrendszer síkjait az 1.4. ábrán mutatjuk be.



1.4. ábra

A különböző élszögek az alap-, az ortogonál- és az élsíkban jelentkeznek. Az alapsíkban értelmezett élszögek az 1.5. ábrán láthatók.

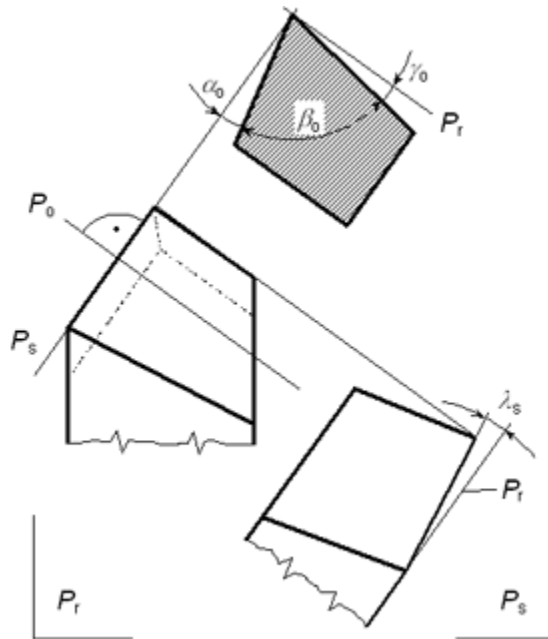


1.5. ábra

- Szerszámelhelyezési szög ( $\kappa_r$ ) a szerszám élsík és az előtolóirány közötti szög.
- Szerszámcsúcsszög ( $\epsilon_r$ ) a szerszám élsík és a szerszám melléksík között mérhető.
- A szerszám mellékforgácsoló élének elhelyezési szöge ( $\kappa'_r$ ) az előtolóirány és a szerszám melléksík által bezárt szög.

Az ortogonálsíkban értelmezett élszögek az 1.6. ábra szerint:

- Szerszám ortogonál hátszög ( $\alpha_0$ ),
- Szerszám ortogonál ékszög ( $\beta_0$ ),
- Szerszám ortogonál homlokszög ( $\gamma_0$ ).

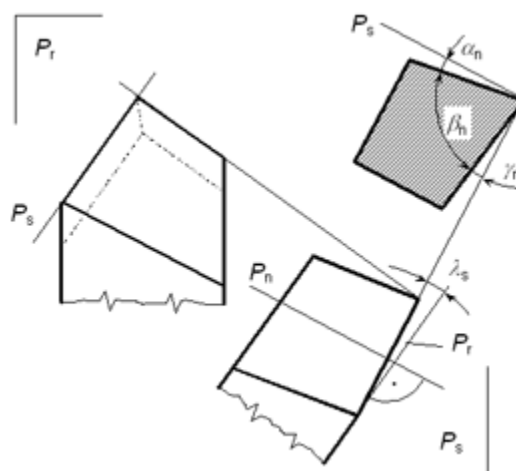


1.6. ábra

Az élsíkban értelmezhető a *szerszám terelőszög* ( $\lambda_s$ ).

A normál élszögrendszer síkjai (1.7. ábra):

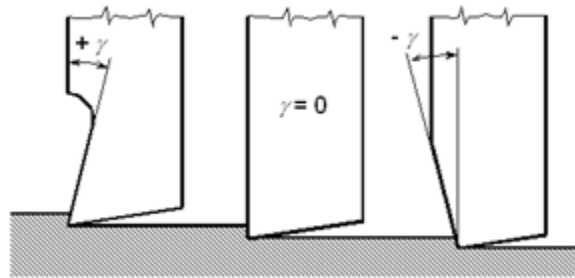
- a szerszám alapsík,
- a szerszám élsík,
- az él normálsík,
- a szerszám mellékélsík.



1.7. ábra

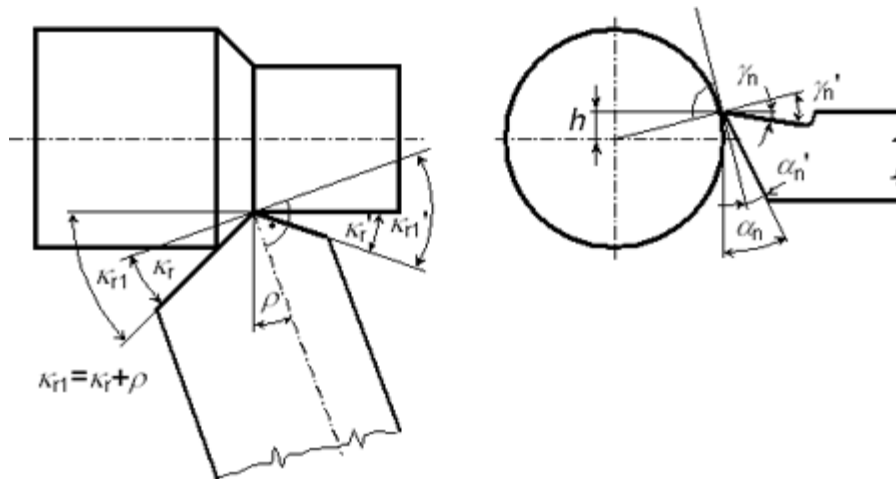
Mint látható, eltérés az ortogonál rendszertől csak az él normálsíkban van. A normálszögek az ábrán láthatóak.

Az egyes szögértékek nagyságát a munkadarab, illetve a szerszám anyagától függően kell megállapítani, ezek irányértékeit táblázatokban foglalták össze. A homlokszögek értékei pozitív, negatív, vagy nulla lehet (1.8. ábra).



1.8. ábra

Fontos megemlíteni, hogy az ismertetett szögek a szerszám élgeometriájának szögei. Ezek azonban nem mindig azonosak az ún. működő élszögekkel, mert ezek a szerszámbeállítástól is függenek (1.9. ábra).

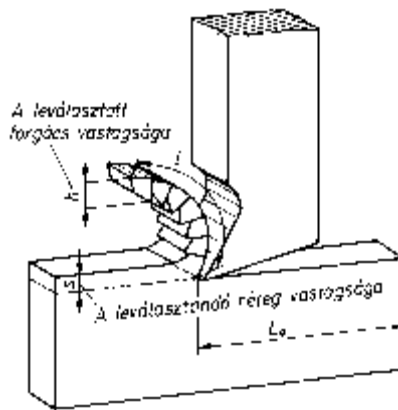


1.9. ábra

### 1.5. A forgácsképződés mechanizmusa

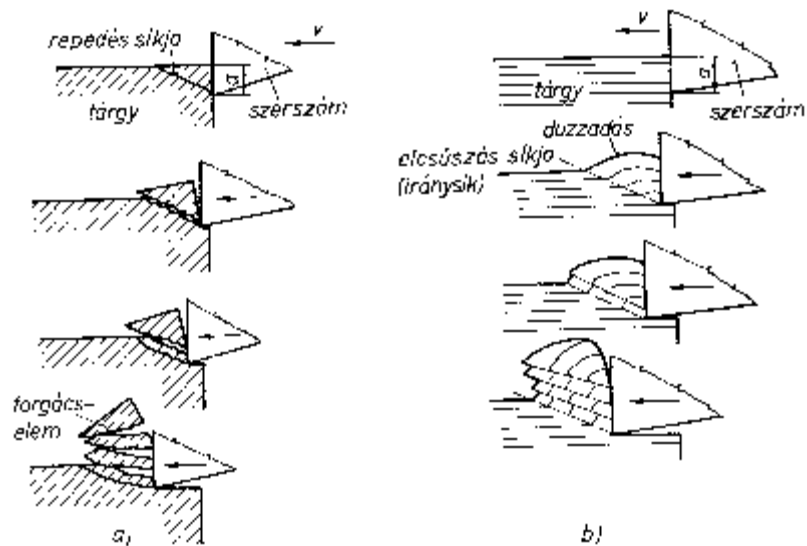
A forgácsképződést a szabadforgácsolás vagy ortogonális forgácsolás esetén vizsgálják. Ennek az a lényege, hogy csak egyetlen él forgácsol, a megmunkált felület azonos a forgácsolt felülettel (1.10. ábra).





1.10 ábra

A forgácsképződés menete eszerint úgy történik, hogy a szerszám előrehaladva az anyagban, a homloksík előtti anyagrészt összetömöríti, majd amikor az igénybevétel egy síknak feltételezett felület (iránysík) mentén meghaladja az anyag nyírószilárdságát, a forgács elnyíródik, és elcsúszik a szerszám homloksíkján (1.11. ábra).

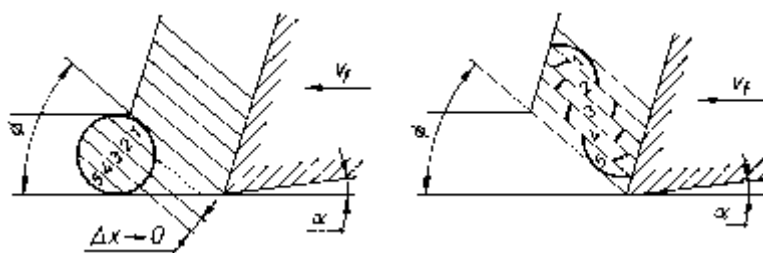


1.11. ábra

A forgácsképződés eszerint a következő részfolyamatok sorozata:

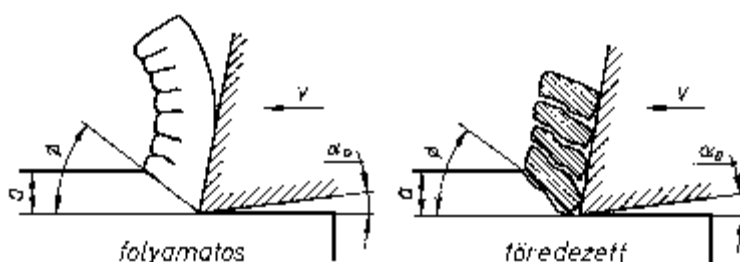
- rugalmas alakváltozás,
- képlékeny alakváltozás,
- elcsúszás az irány síkban, azaz a forgács elem létrejötte,
- a forgács elem elmozdulása a szerszám homloksíkján.

A forgácsképződés egyszerűsített vázlatát mutatjuk be az 1.12. ábrán.



1.12. ábra

A forgácsképződés mechanizmusát tekintve a forgácsolt anyagok szívós és rideg anyagokra oszthatók. Szívós anyagok forgácsolásakor a forgács összefüggő, folyamatos szalagot alkot, a rideg anyagok forgácsa viszont kisebb-nagyobb töredezett darabokra esik szét (1.13. ábra).



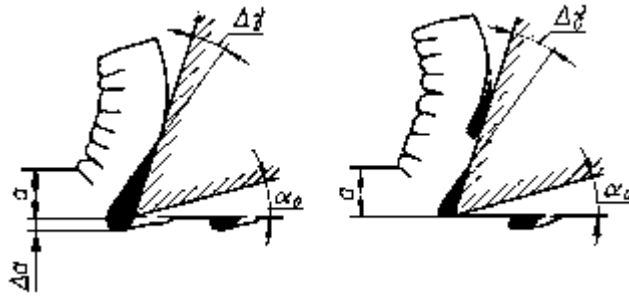
1.13. ábra

A képződött forgács alapvetően három fajta lehet:

- A *töredezett forgács* különálló darabokból áll, gyakran por alakú. Főleg rideg anyagok forgácsolásakor keletkezik. Hátránya, hogy a forgácsolóerő értéke periodikusan változik.
- *Nyírt forgács* esetén a forgácsselemek összehegednek, s összefüggő szalagot képeznek. A forgácsselemek szabad szemmel is megkülönböztethetők. Általában szívós anyagok közepes sebességgel történő forgácsolásakor keletkezik. A forgácsolóerő periodikusan változik.
- A *folyó forgács* összefüggő szalagot képez. Akkor keletkezik, ha szívós anyagot nagy sebességgel forgácsolnak. Kedvező, hogy a forgácsolóerő gyakorlatilag állandó nagyságú.

Természetesen a forgács milyensége az anyagminőségen kívül egyéb tényezőktől is függ, így a forgácsolási sebességtől és a forgácsvastagságtól. Szívós anyagból is kaphatunk töredezett forgácsot kis forgácsolósebességgel és nagy előtolással, viszont rideg anyagból is tudunk folyó forgácsot leválasztani, ha nagy forgácsolósebességet és kis forgácsvastagságot választunk.

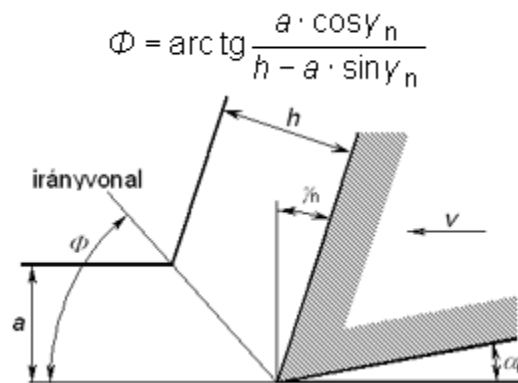
A forgácsleválasztás jellegzetes, kedvezőtlen jelensége az *élszak-* vagy *élrátétképződés* (1.14. ábra). Az élszak a szerszámcsúcson keletkezik összetorlódott fémrészekből. Egy ideig növekszik, majd periodikusan szétesik. Nem kívánatos jelenség, mert kedvezőtlenül hat a forgácsolt felület minőségére és magára a szerszámra is. Megfelelő forgácsolási sebesség választásával elkerülhető.



1.14. ábra

A forgácsképződés érdekes jelensége, hogy a leválasztott forgács vastagsága nagyobb, mint a leválasztott anyag vastagsága (fogásmélység). Ez a forgácsolás közben lejátszódó alakváltozás következménye. Az alakváltozás mértékét a  $h/a$  viszony fejezi ki. Az alakváltozás munkát igényel, s a forgácsleválasztáshoz szükséges munka annál kisebb, minél kisebb a  $h/a$  tényező. Ha a  $\Phi$  irányvík szöge nagy, akkor kis munkabefektetéssel lehet a forgácsot leválasztani. Az irányvík legnagyobb szöge  $45^\circ$  lehet.

Az irányvík nagysága a fogásmélységen ( $a$ ) és a forgácsvastagságon ( $h$ ) kívül a szerszám  $\gamma_n$  homlokszögének ismeretében határozható meg (1.15. ábra):



1.15. ábra

### 1.6. A forgácsoló erő

A forgács leválasztásához szükséges forgácsoló erő ( $F$ ) a szerszámra ható térbeli erő. Három összetevője:

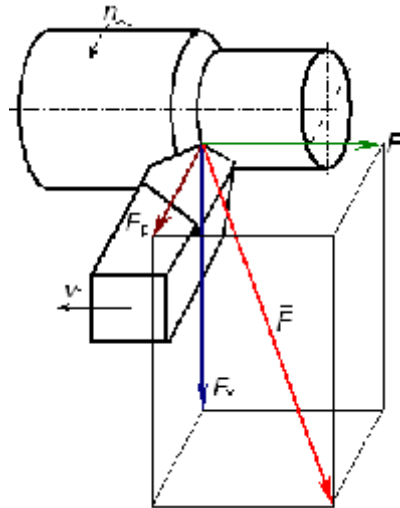
- a főforgácsolóerő ( $F_v$ ),
- az előtolás-irányú erő ( $F_f$ ),
- a fogásvétel-irányú erő ( $F_p$ ).

A három erőkomponens nagysága általában a következő összefüggés szerint alakul:

$$F_v > F_p > F_f$$

Az eredő forgácsoló erő meghatározására ritkán van szükség. Az erőmeghatározási módszerek (számítás, mérés) mindig a mozgásirányú komponensek meghatározására vonatkoznak, ezek ismerete teszi lehetővé az eredő erő meghatározását is. A forgácsoló erővel ellentétes reakcióerő, amely a munkadarabra hat, az ún. *élnyomás* ( $E$ ).

Az irány síkban végbemenő deformáció irányához az  $F_v$  főforgácsoló erő iránya áll a legközelebb, ezért a deformáció mértékével elsősorban a főforgácsoló erő arányos. Szabadforgácsolás esetén a forgácsoló erő az 1.16. ábra szerint bontható fel összetevőire.

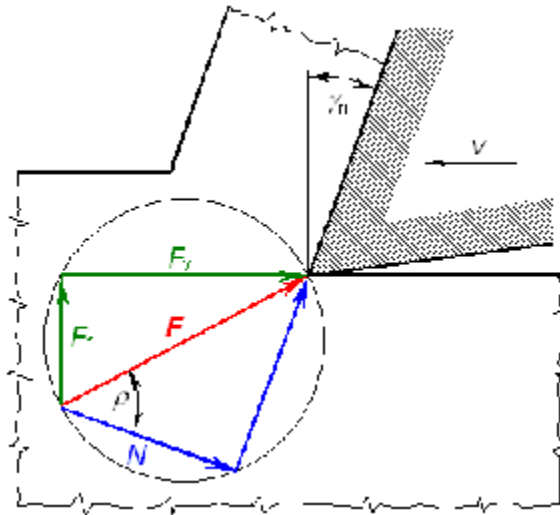


1.16. ábra

Az  $F$  eredő forgácsoló erő nagysága és iránya az  $F_v$  főforgácsoló erőből és az  $F_f$  előtolás irányú erőből határozható meg, ha ezek nagyságát valamilyen módszerrel (mérés vagy számítás) már megállapították:

$$\bar{F} = \sqrt{F_v^2 + F_f^2}$$

Az eredő forgácsoló erő felbontható a szerszám homloklapjára merőleges ( $N$ ) és a homloklap síkjába eső ( $S$ ) összetevőre. A két erő vektora az eredő vektor, mint átmérő fölé írt *Thales*-kör segítségével szerkeszthető meg.



1.17. ábra

A forgács  $N$  erővel nyomódik a szerszám homloklapjára. Az  $N$  erő hatására a forgács elcsúszásakor a homloklapon  $S = N \cdot \mu$  súrlódó erő ébred. A  $\mu$  súrlódási tényező az 1.17. ábra  $\rho$  súrlódási szögéből:  $\mu = \operatorname{tg} \rho$ , amelynek értéke forgácsoláskor  $\mu = 0,4 \dots 1,0$  között alakul. Nagysága a szerszám és a tárgy anyagától, a forgácsolási sebességtől és az alkalmazott hűtéstől, illetve kenéstől függ. Az  $N$  erő a szerszám forgácsoló részét nyomja, illetve hajlítja, az  $S$  erő pedig a szerszámot a befogás ellenében elmozdítani igyekszik.

A forgácsolóerő nagyságát általában négyféle módszerrel szokták meghatározni:

- közvetlen erőméréssel,
- számítással,
- teljesítménymérésből visszszámolva,
- táblázatok és nomogramok segítségével.

Ezek közül az erőmérést nem tárgyaljuk, mert ez a mérés technika feladata, a táblázatok és nomogramok használatát szintén nem, mert ezek már valamilyen módon meghatározott erők és paraméterek összefüggését tartalmazzák.

### 1.7. A forgácsolóerő számítása

A főforgácsoló erőt a  $k_s$  fajlagos forgácsolóerő (vágási ellenállás) alapján számíthatjuk. Eszerint a forgácsolóerő első közelítésben a forgácsolásra kerülő anyag minőségétől és a forgács keresztmetszetétől függ:

$$F_v = k_s \cdot A,$$

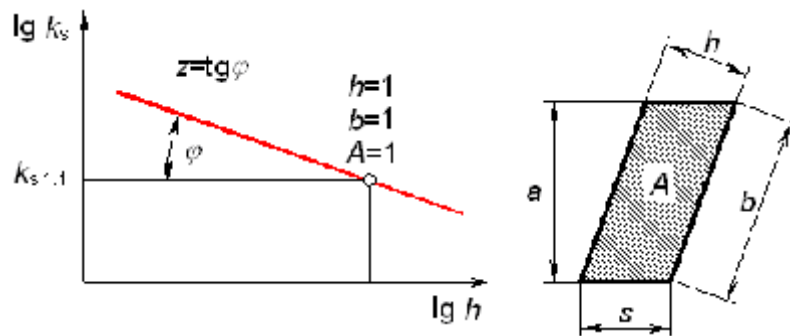
ahol  $k_s$ : a fajlagos forgácsolóerő ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ),  $A$ : a leválasztásra kerülő forgács keresztmetszete ( $\text{mm}^2$ ), amely az előtolásból és a fogásmélységből számítható:  $A = a \cdot s$ , vagy  $A = b \cdot h$ .

Így:

$$F_V = k_s \cdot a \cdot s,$$

illetve:

$$F_V = k_s \cdot b \cdot h.$$



1.18. ábra

A fajlagos forgácsolóerő adott anyagra vonatkozóan annál nagyobb, minél kisebb a forgácsvastagság (1.18. ábra):

$$k_s = k_{s1.1} \cdot h^{-z}.$$

A  $k_{s1.1}$  a  $k_s$  főértéke, amely az 1 mm<sup>2</sup> területű, négyzet keresztmetszetű forgács leválasztásához szükséges erőt jelenti.

Helyettesítés után:

$$F_V = k_{s1.1} \cdot b \cdot h^{-z}.$$

A főforgácsoló erő azonban több egyéb tényezőtől is függ, mint pl. a szerszámgeometria, forgácsolási sebesség, a szerszám anyaga stb. Ezeket helyesbítő tényezőkkel vesszük figyelembe:

$$F_V = k_s \cdot b \cdot h \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_s \cdot K_k.$$

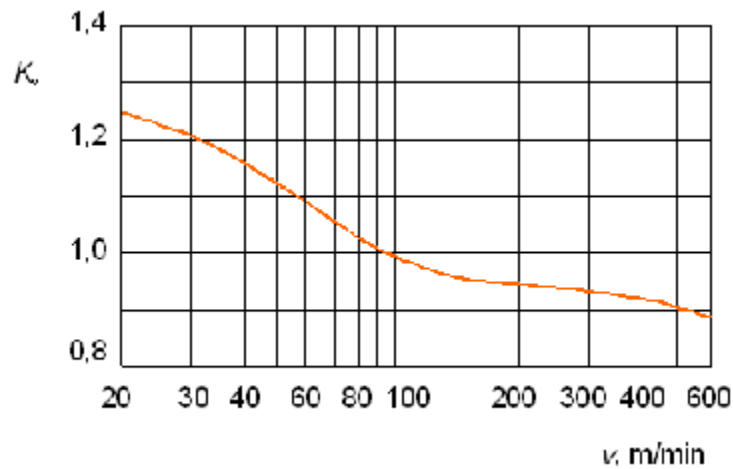
Az összefüggésben szereplő helyesbítő tényezők:

- $K_\gamma$  a szerszám homlokszöge miatti helyesbítő tényező:

$$K_\gamma = 1 - \frac{\gamma_n - \gamma_{n0}}{66,7}.$$

A homlokszög egy fokos változása kb. 1,5%-kal változtatja a főforgácsoló erőt. Az összefüggésben  $\gamma_n$  az adott szerszám tényleges homlokszöge (acélokra 6°, öntöttvasakra 2°).

- $K_v$  a forgácsoló sebesség miatti helyesbítő tényező, amelynek értéke az 1.19. ábráról olvasható le. A diagram érvényességi tartománya:  $a \leq 5$  mm,  $s = 0,2 \dots 1,2$  mm,  $\gamma_n = 5 \dots 10^\circ$ ,  $\gamma_r = 60 \dots 90^\circ$ .



1.19. ábra

- $K_s$  a szerszám anyagától függő helyesbítő tényező, amelyet csak kerámia lapkánál kell figyelembe venni ( $K_s = 0,9 \dots 0,95$ ).
- $K_k$  a szerszámkopás miatti helyesbítés. Az éltartam végén a forgácsoló erő 30...50%-kal nagyobb, mint közvetlenül az élezés után ( $K_k = 1,3 \dots 1,5$ ).

### 1.8. A forgácsolási teljesítmény

A forgácsolási teljesítményt a forgácsoló erő és a forgácsolási sebesség ismeretében számíthatjuk. Ha az egyes erőkomponenseket és a hozzájuk tartozó sebességeket vizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy  $F_v > F_p > F_f$ , továbbá  $v \gg v_f$ , és  $v_p = 0$ .

Az egyes erőkomponensekhez tartozó teljesítmény:

$$P_v = F_v \cdot v,$$

$$P_p = 0,$$

$$P_f = F_f \cdot v_f.$$

A forgácsolás teljesítményszüksége a három teljesítmény összege:

$$P = P_v + P_p + P_f.$$

Mivel  $P_p = 0$ , és  $P_v \gg P_f$ , írható:

$$P \approx P_v = F_v \cdot v.$$

A szerszám élén jelentkező hasznos forgácsolási teljesítmény (ha az általánosan elterjedt N és m/min mértékegységeket használjuk, akkor a teljesítményt kW-ban kapjuk):

$$P_h = \frac{F_v \cdot v}{60 \cdot 10^3}, \text{ kW.}$$

Természetesen a villamos motor által felvett teljesítmény ennél nagyobb. Ha a motor hatásfoka  $\eta_m$ , és a szerszám gép hatásfoka  $\eta_g$ , akkor:

$$P = \frac{F_v \cdot v}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta_m \cdot \eta_g}, \text{ kW.}$$

Ha a motor által felvett teljesítményt megmérjük, és a forgácsoló sebességet ismerjük, akkor a fenti összefüggésből a főforgácsoló erőt kiszámíthatjuk:

$$F = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot P \cdot \eta_m \cdot \eta_g}{v}, \text{ N.}$$

[A jegyzet elejére](#)

[Az oldal elejére](#)

[A következő oldalra](#)

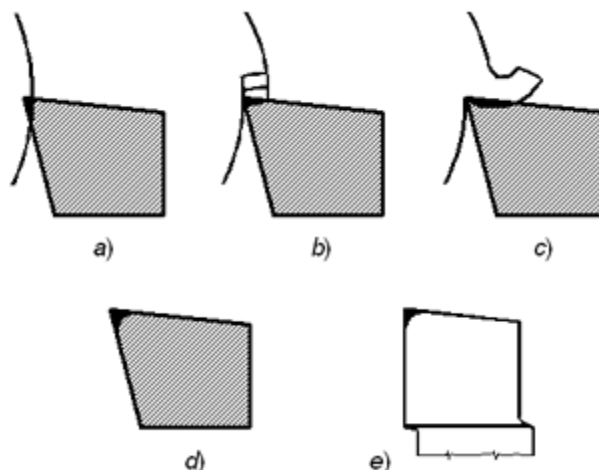
*Dr. Szabó László: Forgácsolás, hegesztés  
Miskolc, 2000 © Szabó László*

### 1.9. A forgácsoló szerszámok éltartama

A forgácsoló szerszámok eredeti szabályos mértani alakjukat bizonyos ideig tartó forgácsolás után elvesztik. Ilyenkor a szerszámokat újra kell élezni, váltólapka esetében pedig lapkát kell cserélni. Két egymást követő élezés vagy élváltás közötti forgácsolással eltöltött időt *éltartamnak* nevezzük. Az éltartam jele  $T$ , mértékegysége min. Ritkán használnak más egységet is, mint pl. a forgácsolt hossz, forgácsolt darabszám stb.

A forgácsképződés hatására a szerszám dolgozó része felmelegszik, mechanikai igénybevételt szenved. A melegedés miatt a szerszám keménysége és szilárdsága csökken, a fellépő súrlódás miatt pedig kopik. A kopás a szerszám egyes részein különböző kopásformákat okoz.

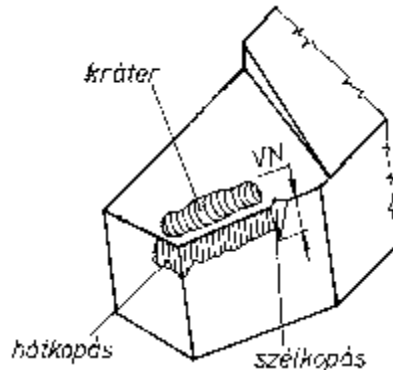
A jellemző főbb kopásformák: *hátkopás, homlokkopás, kráteres kopás, élkopás és csúcskopás* (1.20. ábra). Ezen kívül keményfém és kerámia szerszámanyagokon *csorbulás* miatti elhasználódás is bekövetkezhet.





### 1.20. ábra

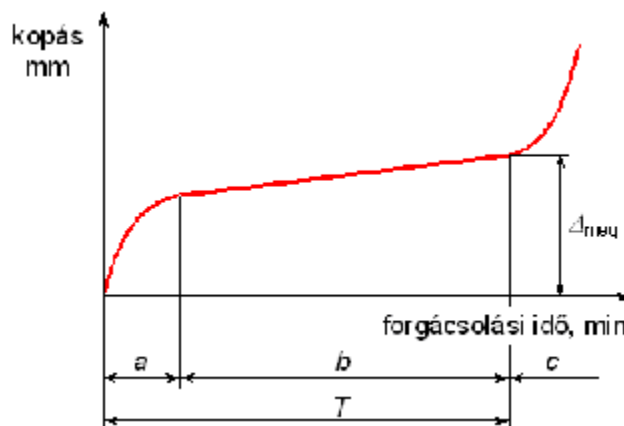
A leggyakrabban előforduló kopásforma a hátkopás és a vele egy időben keletkező kráteres kopás (1.21. ábra). A kopás nagyságát az él-normálsíkban értelmezzük.



### 1.21. ábra

A kopásformák közül az élkopás nehezen mérhető, a homlokkopás pedig nem egyértelmű, ezért a legáltalánosabban elfogadott éltartam kritérium - könnyű mérhetősége miatt - a hátkopás. Természetesen nem közömbös a krátermélység sem, mert ha ez túlságosan megnövekszik, fennáll a főél letörésének a veszélye. Ezért a gyakorlatban kialakult a megengedett irányérték:  $KT = 0,06 + 0,3 \cdot s$  (ahol  $s$  az előtolás nagysága).

A kopás időbeli változását a kopásgörbe általános alakjával jellemezzük (1.22. ábra).



### 1.22. ábra

A kezdeti gyors kopás (a) oka az, hogy a szerszám fogásban levő részéről az előzetes megmunkálásból visszamaradt roncsolódott részek gyorsan lekopnak, a szerszám mintegy "bekopik".

A bekopást követi az egyenletes kopás szakasza (b), amikor egyenlő idő alatt közel egyenlő anyagmennyiség kopik le a szerszámról. Ebben a szakaszban a szerszám súrlódási és hőmérsékleti viszonyai csak kismértékben változnak. A kopás növekedésével azonban a szerszám forgácsolóképesége csökken, súrlódó felülete növekszik, és egyenlőtlené válik.

A forgácsolás körülményeitől függően egy bizonyos kopásérték elérésekor a súrlódás hirtelen megnő (*c* szakasz), növekszik a szerszámél hőmérséklete, és csökken az él környezetében a szerszám szilárdsága. A kisebb szilárdságú részecskéket a tárgy és a forgács anyaga lesodorja, a szerszámkopás intenzitása megnövekszik, a szerszámél leég vagy lemorzsolódik. Az ilyen jellegű kopást *túlkopás*nak nevezzük.

A túlkopás szakaszán nem célszerű forgácsolni, mert kis forgácsolási időhöz is nagy kopás tartozik. A szerszámot tehát a túlkopási szakasz kezdete előtt, az egyenletes kopási szakasz vége felé kell újraélezni. Az újraélezés időpontjáig keletkező kopás nagyságát megengedett kopásnak nevezzük ( $\Delta_{\text{meg}}$ ).

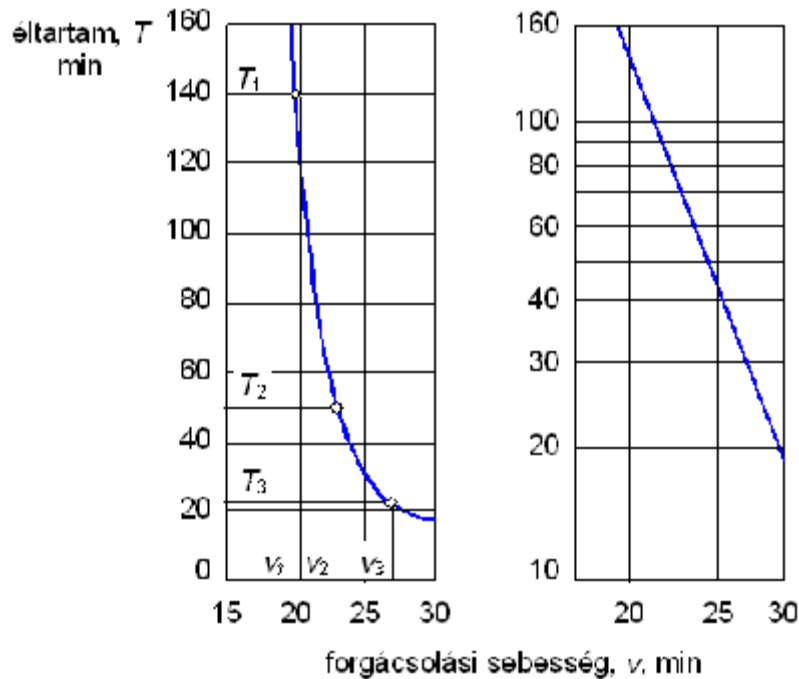
A szerszám kopásának számos jele és következménye van:

- a megmunkált felületen fényes csík jelenik meg,
- az előtolás és fogásvétel irányú erők hirtelen megnövekednek,
- növekszik a forgácsolási hőmérséklet,
- növekszik a forgácsolás teljesítményszükséglete,
- megváltozik a forgács alakja és színe,
- megváltozik a forgácsolt méret,
- romlik a felületi minőség,
- a keményfém szerszám éle kipattogzik,
- jellegzetes sivítő hang hallatszik, fokozódnak a rezgések.

Az éltartam nagyságára befolyást gyakorol minden olyan tényező, amely a forgácsolási folyamattal kapcsolatos. Gyakorlati tapasztalatok szerint azonban a forgácsolási adatok közül leginkább a forgácsolósebesség befolyásolja a szerszám éltartamát.

### **1.9.1. Az éltartam és a forgácsolási sebesség összefüggése**

Az éltartam és a forgácsolási sebesség közötti összefüggést kísérleti mérésekkel lehet meghatározni. Meghatározott körülmények között (azonos fogásmélység és előtolás mellett) megméri az egyes sebességi fokozatokhoz tartozó szerszám éltartamokat. Az összetartozó értékeket  $T - v$  diagramban ábrázolva, a mérési pontok összekötésével hiperbolát kapunk, amely logaritmikus tengelybeosztású diagramban egyenest ad (1. 23. ábra).



1.23. ábra

Ezt a törvényszerűséget *F.W. Taylor* ismerte fel 1907-ben, aki a róla elnevezett *Taylor*-egyenes egyenletét a következőképpen írta fel:

$$T = \frac{C''}{v^m}$$

Az üzemi gyakorlatban általában előre meghatározzák, hogy mekkora éltartamot kívánnak elérni, és ehhez állítják be a forgácsolási sebességet. Az előző összefüggés alapján a beállítandó sebesség:

$$v = \frac{C'}{T^m}$$

ahol  $C' = C''^m$  a tárgy anyagától, a szerszámtól és a forgácsolás körülményeitől függ. Az összefüggés alapján  $C' = v$ , ha  $T = 1$  min.

Az  $m$  éltartamkitevő nagyságát az 1. 23. ábra diagramjából lehet meghatározni:

$$m = \frac{\lg v_n - \lg v_1}{\lg T_1 - \lg T_n}$$

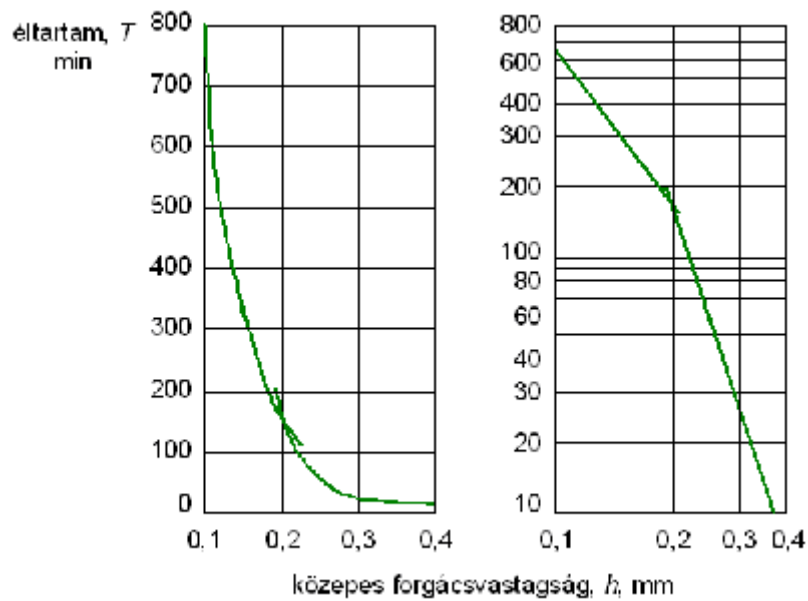
A következő táblázatban példaként néhány éltartamkitevő értékét tekinthetjük meg:

Mégmunkálandó anyag	Szerszámanyag	
	Gyorsacél	Keményfém

Acél hűtéssel	0,125	0,2
Acél hűtés nélkül	0,100	0,2
Öntöttvas	0,100	0,2

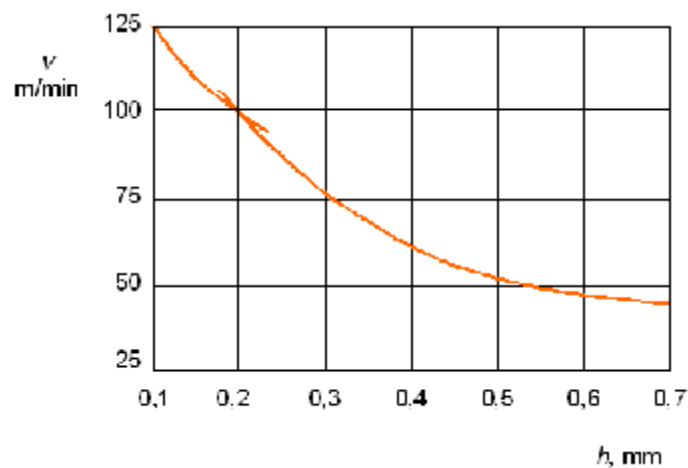
### 1.9.2. A közepes forgácsvastagság hatása az éltartamra

Az éltartam és a forgácsvastagság közötti összefüggést is kísérletekkel lehet meghatározni. Ebben az esetben a forgácsolási sebességet és a forgácsszélességet kell állandó értéken tartani, s változó forgácsvastagság mellett kell a szerszám éltartamokat mérni. Az összetartozó  $T - h$  értékek az 1. 24. ábra szerinti diagramot adják.



1.24. ábra

Állandó éltartam mellett a forgácsvastagság és a forgácsolási sebesség összefüggése az 1.25. ábra szerint változik.



### 1.25. ábra

Az ábráról leolvasható, hogy a forgácsvastagság változtatásakor a forgácsolási sebesség az éltartamhoz hasonlóan változik. A  $v - h$  összefüggés hiperbolikus jellegű,  $T = 1$  min esetén

$$v = \frac{C'}{h^{y_v}}$$

alakban írható fel.

Az  $y_v$  tényező értéke acél munkadarab gyorsacél szerszámmal történő esztergálásakor  $h < 0,2$  mm esetén 0,33, míg  $h > 0,2$  mm esetén 0,66.

Ha az előző összefüggésben az éltartam hatását is figyelembe akarjuk venni, akkor a

$$v = \frac{C'}{T^m}$$

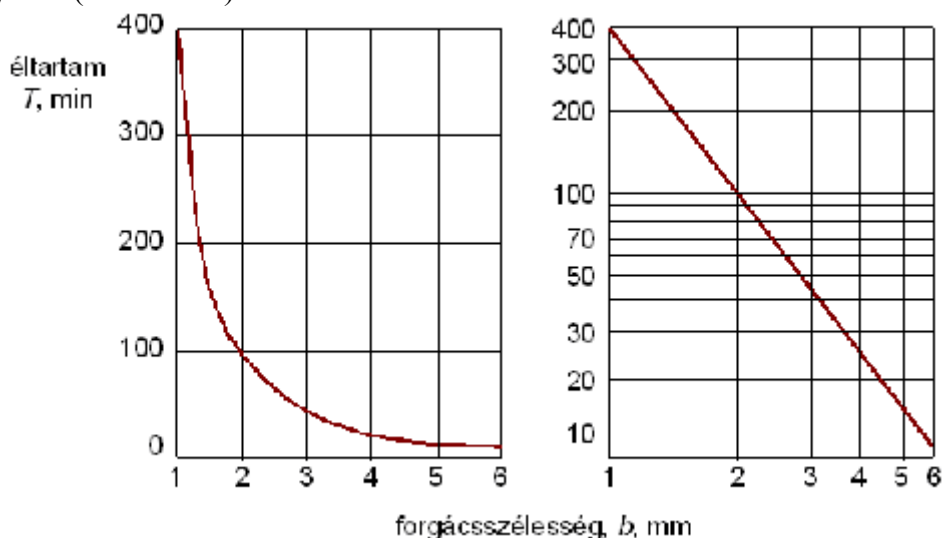
egyenlettel összevetve

$$v = \frac{C'}{h^{y_v} \cdot T^m}$$

adódik.

### 1.9.3. A forgácsszélesség hatása az éltartamra

A kísérletek során a  $v$  és  $h$  értékeket kell állandónak venni, miközben a  $b$  forgácsszélességet változtatjuk, és mérjük az egyes szélességekhez tartozó éltartamokat. Az összetartozó  $T - b$  értékpárokkal megszerkesztett görbe egy hiperbola, amely logaritmikus tengelybeosztás esetén egyenes (1. 26. ábra).



1.26. ábra

A gyakorlati számítóképletekben a forgácsolási sebesség és a forgácsszélesség közötti összefüggést fejezik ki:

$$v = \frac{C'}{b^{x_v}}$$

Így a forgácsolási sebességre vonatkozó összesített képlet:

$$v = \frac{C'}{b^{x_v} \cdot f^{y_v} \cdot T^m}$$

Ez az összefüggés a forgácsolási számítások egyik legfontosabb összefüggése. Az összefüggésben  $C'$ ,  $x_v$ ,  $y_v$  és  $m$  elsősorban a tárgy és a szerszám anyagától, valamint a forgácsolási módtól függő állandók. Értékeiket táblázatokban összefoglalva közlik a vonatkozó kézikönyvek.

A táblázatokban általában a  $T_0$  gazdaságos éltartam nagyságát közlik (például, ha gyorsacél esztergálással csúcsesztergapadon nagyolnak, akkor  $T_0 = 60$  min).

Ha a  $T_0 =$  konstans értéket behelyettesítjük összefüggésünkbe, és a

$$C'_{v_0} = \frac{C'}{T_0^m}$$

bevezetését elfogadjuk, és ha pl.  $T_0 = 60$  min, akkor az összefüggés

$$v_{60} = \frac{C'_{v60}}{b^{x_v} \cdot f^{y_v}}$$

alakban írható, ahol  $v_{60}$  az a forgácsolási sebesség, amellyel adott forgácsszélesség és forgácsvastagság mellett 60 min éltartam adódik.

A következő táblázat - példaként - néhány  $C'_{v60}$  értéket tartalmaz R2 jelű gyorsacél szerszámmal, hűtés nélkül végzett esztergáláskor:

Anyag	A50	A60	A70
$C'_{v60}$	35,5	27,1	21,0

#### 1.9.4. A tárgy anyagának hatása az éltartamra

A  $C'_{v_0}$  nagyságának a meghatározásakor egy adott minőségű anyagot használtak. Ha a megmunkált munkadarab anyaga ettől eltér, akkor a  $C'_{v_0}$ -al meghatározott  $v_0$  vágási sebesség nagyságát módosítani kell. Erre egy  $K_{mv}$  helyesbítő tényező szolgál, amelynek értékeire táblázatokban található adatok.

Az éltartam nagyságára egy anyagfajtán belül az anyag szakítószilárdsága, illetve keménysége van a legnagyobb hatással:

$$v = \frac{C'}{R_m^a}, \text{ ill. } v = \frac{C'}{HB^b}$$

A kísérletek során  $C'_{v0}$  nagyságát melegen hengerelt és forgácsolással revétlenített acélanyagra, illetve kéregtelenített öntött vasra határozzák meg. Ha a gyakorlatban nem ilyen állapotú anyagot kell forgácsolni, akkor a  $K_{nv}$  és  $K_{cv}$  helyesbítő tényezővel kell számolni. Revés, illetve kérges anyagra:  $K_{nv} = 0,8 \dots 0,9$ . Ha a forgácsolt acélanyag nem melegen hengerelt, hanem hidegen húzott, akkor  $K_{cv} = 1,1$ .

Ha a táblázati adatokkal számított forgácsolási sebesség  $v_0$ , akkor a tényleges sebesség:

$$v_1 = v_0 \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{cv}$$

### 1.9.5. A szerszám anyagának hatása az éltartamra

A  $C'_{v0}$  táblázatokban található alapértékeit R2 jelű gyorsacél szerszámmal, illetve A jelű keményfém szerszámmal végzett kísérletekkel határozták meg. Ha a forgácsolást ettől eltérő minőségű szerszámmal végzik, akkor a táblázati alapértékeket  $K_{uv}$  helyesbítő tényezővel meg kell szorozni. Ha az alkalmazott szerszám anyaga jobb; mint a kísérleti szerszám anyaga, akkor  $K_{uv} > 1$ , ha rosszabb, akkor  $K_{uv} < 1$ . Például R1 minőségű gyorsacél szerszám esetén  $K_{uv} = 1,2$ , R3-nál  $K_{uv} = 0,85$ , B jelű keményfém szerszámra  $K_{uv} = 0,65$ , C jelűre pedig  $K_{uv} = 0,45$ .

Pontosabb számításokhoz a szerszám anyagán kívül még figyelembe kell venni:

- az elhelyezési szög hatását ( $K_{kv}$ ),
- a csúcssugár hatását ( $K_{rv}$ ),
- a homloklap-kialakítás hatását ( $K_{kv}$ ),
- a szerszám szárkeresztmetszetének a hatását ( $K_F$ ).

A felsorolt helyesbítő tényezők együttes szorzatát szerszámhelyesbítő tényezőnek nevezik:

$$K_{szv} = K_{uv} \cdot K_{kv} \cdot K_{rv} \cdot K_{kv} \cdot K_F$$

Az eddig felsoroltakon kívül a szerszám hűtését is figyelembe lehet venni. Ha a forgácsolást hűtéssel végzik:  $K_h = 1,18$ . A hátkopás nagyságát figyelembevevő tényező:  $K_{\Delta v}$ .

Összefoglalva és egy összefüggésben felírva, a gazdaságos forgácsolási sebesség meghatározására alkalmas számítóképlet (a kibővített *Taylor-egyenlet*):

$$v_1 = \frac{C'_{v0}}{D^{x_v} \cdot f^{y_v}} \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{cv} \cdot K_T \cdot K_{uv} \cdot K_{kv} \cdot K_{rv} \cdot K_{kv} \cdot K_F \cdot K_{\Delta v} \cdot K_h$$

### **1.10. A forgácsoló szerszámok**

A forgácsoló szerszámokkal szemben két fő követelményt támasztanak. Eszerint a szerszám legyen alkalmas:

- a meghatározott anyagrész leválasztására,
- a munkadarab előírt méretpontosságának, alakhúságének és felületi érdességének biztosítására.

Ezeket a követelményeket úgy lehet maradéktalanul kielégíteni, ha a szerszám forgácsoló részét helyesen alakítják ki, és a szerszám pontos - a géphez és a munkadarabhoz viszonyított - befogását biztosítani lehet. Ebből következik, hogy a forgácsoló szerszámnak két fő részből kell állnia: dolgozó és csatlakozó részből.

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

- *az élek száma szerint* lehet egyélű, kétélű, szabályosan többélű és szabálytalanul sokélű;
- *az alkalmazás szerint* van esztergakés, gyalukés, fűrő, 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 szerszámok tervezésének általános szempontjait röviden az alábbiakban foglaljuk össze.

A tervezés első lépése az adott forgácsolási feladatnak legjobban megfelelő szerszámtípus kiválasztása. Ezt követi a szerszám dolgozó részének a kialakítása. Megválasztandó a dolgozó rész anyaga és az optimális élszögek nagysága. Meg kell határozni a dolgozó rész főélének az alakját és élezését. Gondoskodni kell a leváló forgács elvezetéséről, illetve elhelyezéséről, valamint a szerszám hűtéséről.

A dolgozó rész megválasztása után kerül sor a szerszám szilárdsági méretezésére, amely nemcsak a dolgozó részre terjed ki, hanem gondolni kell a szerszám befogására is. Meg kell választani, és szilárdságilag ellenőrizni kell a szerszám csatlakozó részét is. Gondolni kell a szerszám előállításának gazdaságosságára is.

A szerszám típusának a kiválasztására általános érvényű szabályok nincsenek. A munkadarab, illetve a megmunkált felületek bizonyos támpontot nyújtanak a szerszám típusának megválasztásához. A szerszám alakját gazdaságossági kérdések is befolyásolhatják: választható például ugyanannak a felületnek a megmunkálására olcsó, de kis termelékenységű egyenes fogú palástmaró, vagy drágább, de nagyobb termelékenységű ferde fogú palástmaró. A szerszám típusának kiválasztásakor mindig támaszkodni kell a gyakorlati tapasztalatokra és a szabványokra.



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

A szerszámok anyagának kiválasztásakor sok egymással ellentétes szempont figyelembevételével kell dönteni. Ha például csak az éltartósságot tartanánk szem előtt, akkor pl. a gyorsacélt egyértelműen előnybe kellene részesíteni a karbonacéllal szemben. Ha viszont csak a szerszámanyag árát vennénk figyelembe, akkor éppen ellenkezőleg kellene dönteni, mert a karbonacélok ára csak kb. egy tizede a gyorsacél árának.

A forgácsoló szerszámok készítéséhez az alábbi anyagokat használják:

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

### ***Ötvözetlen szerszámacélok***

Forgácsoló szerszámok készítésére a 0,6-1,5 % C-tartalmú acélanyagok használatosak. A karbonacélok *előnyei*: olcsók, könnyen megmunkálhatók, edzési hőmérsékletük kicsi. Jól használhatók kis forgácsolási sebességű és kis teljesítményű szerszámokhoz (menetfúrók, menetmetszők, dörzsárak).

Hátrányai: csak kis forgácsolási sebességgel lehet velük dolgozni, mert 200 °C felett keménységük rohamosan csökken, A karbonacél szerszámok élkőszőrülését csak bőséges vízűtítéssel, különös gonddal lehet elvégezni, mert a kőszőrülési hő hatására is kilágyulhatnak.

Hőkezelésük: 750-780 °C-ra hevítve, vízben lehűtve, majd 180-250 °C-on megeresztve. Elérhető keménység HRC=63-64. Hőkezeléskor ügyelni kell az elhúzóadás és repedés elkerülésére.

### ***Ötvözött szerszámacélok***

Ebbe a csoportba tartoznak a Cr-, Mn- és W-ötvözésű anyagok. A krómötvözésű anyagok jele K (K1...K6), a mangánötvözésűek jele M (M1...M2), a wolframötvözésűeké W (W1...W10). A Cr növeli az átedzhetőséget és a megeresztéssel szembeni ellenállást. A krómkarbidok növelik a keménységet. Az edzési hőmérséklet 1000-1050 °C, az edzés levegőáramban történik. A W növeli a szilárdságot, a megeresztésállóságot és az éltartósságot, a Mn növeli a melegszilárdságot és a megeresztésállóságot, csökkenti a kritikus lehűlési sebességet.

### ***Gyorsacélok***

A gyorsacélok legjellegzetesebb tulajdonsága a nagy W-tartalom, ami nagy éltartósságot és nagy forgácsolási teljesítményt biztosít. A megengedett élhőmérséklet kb. 550-560 °C (kilágyulás veszélye nélkül). Edzési hőmérséklet 1230-1320 °C, lehűtés fűvatott levegővel, olajban vagy sóolvadékban. Megeresztés 550-580 °C-on só- vagy fémfürdőben. A gyorsacélok jelölése: R1-től R11-ig.

### ***Keményfémlapkák***

A forgácsoló szerszámok készítéséhez használt keményfémek wolfram-, titán- és

kobaltkarbidokból álló anyagok. Az alkotókat finom porrá őrlik, ebből különböző alakú, kisméretű lapkákat sajtolnak, ezeket kemencében előzsugorítják, majd ezt követi a készrezsugorítás. Az így készített lapkák elérik forgácsolási keménységüket, amely utólagos hőkezeléssel már nem szabályozható. Mivel a keményfém lapkák nagyon drágák, keményfémből nem gyártanak tömör szerszámot, hanem csak apró lapkákat, amelyeket a különböző szerszámacélból vagy szerkezeti acélból készült szerszámtesten kialakított fészekbe erősítenek (mechanikusan vagy forrasztással). A lapkák felerősítése után végzik el az élek köszörülését.

### ***Kerámia lapkák***

A kerámia lapkák alapanyaga tiszta alumíniumoxid ( $Al_2O_3$ ), amit por alakban lapkákká sajtolnak, és égetve zsugorítanak. Az ilyen anyagok nagy keménységűek és kb. 900 °C-ig éltartóak. Hátrányuk, hogy nagyon ridegek, ezért hajlítószilárdságuk csekély, köszörülésük nehéz. Kis előtolással és nagy forgácsolási sebességgel kell velük dolgozni. A lapkákat mechanikusan lehet a szerszámtestre erősíteni.

### ***Gyémánt***

A gyémánt a legkeményebb anyag, ezért éltartóssága igen nagy, az előforduló legnagyobb forgácsolási sebességet is elbírja. Nyomószilárdsága nagy, hajlítószilárdsága viszont kicsi. A gyémánt szerszám köszörülése csak különleges csiszolási módszerrel lehetséges. A gyémántbetétes szerszámokat csak különleges finom megmunkálásokhoz használják. Az ilyen szerszámokkal kis előtolással, kis fogásmélységgel és nagy forgácsolási sebességgel szabad forgácsolni. A gyémánt betétek befogása a szerszámtestbe mechanikus rögzítéssel vagy befoglaló forrasztással végezhető el.

## **1.11. A készülékek**

A forgácsoló eljárásoknál alkalmazott készülékeket a munkadarab megfogására, a szerszám vezetésére, vagy befogására szolgálják. Feladatuk általában véve az, hogy az egytetemes szerszámgepeket - amennyire csak lehet - felruházzák a különleges szerszámgepek jó tulajdonságaival. Mindennek természetesen a termelékenység és a méretpontosság fokozása a célja.

A jól megtervezett készülék csökkenti a munkadarab be- és kifogásához szükséges időt, egyszerűbbé teszi a darab vagy a szerszám helyzetmeghatározását, főlegessé teszi a mérést. A készülékek alkalmazása tehát elsősorban a *mellékidők* csökkentésén keresztül növeli a termelékenységet. De csökkentheti a főidőt is, mivel a készülékbe szilárdan befogott munkadarab lehetővé teszi kedvezőbb forgácsolási paraméterek megválasztását, a szerszámgepek teljesítmények jobb kihasználását.

A készülékekben az alábbi főbb elemek találhatók meg:

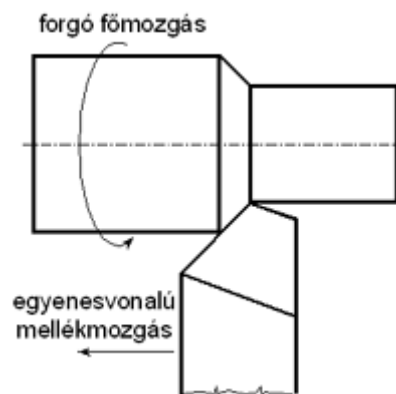
- *meghatározó elemek*, amelyek a munkadarabok azonos és egyértelmű helyzetét biztosítják a készülékben,
- *szorító elemek* a munkadarab meghatározott helyzetben való rögzítésére,
- *szerszámbeállító elemek* a forgácsolószerszám pontos és gyors méretbeállításának biztosítására,

- *osztó berendezések*, amelyek a munkadarab vagy a szerszám egymáshoz viszonyított helyzetének változtatásával az egy befogásban végzett többhelyzetes megmunkálást biztosítják,
- *készülékelhelyező elemek*, amelyek a készüléknek a szerszámgépen való pontos elhelyezését biztosítják,
- *egyéb elemek* pl. hidraulikus, pneumatikus és villamos alkatrészek.

## 1.12. Esztergálás

Esztergálással forgástestek munkálthatók meg, amelyek tengelyek, perselyek, hüvelyek és tárcsák, vagy ezekhez hasonló alakú munkadarabok. Az esztergálás egyélű szerszámmal, állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztásával végzett forgácsolás.

Esztergáláskor a munkadarab végzi a forgácsolómozgást, a szerszám az előtolómozgást (1.26. ábra).



1.26. ábra

Az esztergálás lehet:

- **Nagyolás:** célja az anyagfelesleg gyors és gazdaságos eltávolítása. Nagyoláskor a lehető legnagyobb forgácsolási sebességgel az eszterga villamos motorjának a teljes kihasználására kell törekedni. A nagyolás pontossága: IT12-14, az érdesség  $R_a = 12,5$ .
- **Félsimító:** hőkezelés előtt alkalmazzák, ha köszörülés a forgácsolás befejező művelete, vagy simításhoz készítik vele elő a munkadarabokat. Pontossága: IT10-11, az érdesség:  $R_a = 3,2-12,5$ .
- **Simítás:** célja az előírt pontosság és felületminőség (érdesség) biztosítása. Simításkor kicsi az anyagleválasztási sebesség (cm/min), kis forgácsolóerővel és a meghajtómotor teljesítményének minimális hányadával dolgozunk. A simítás pontossága: IT7-9, az érdesség:  $R_a = 1,6-6,3$ .

### 1.12.1. Esztergagépek

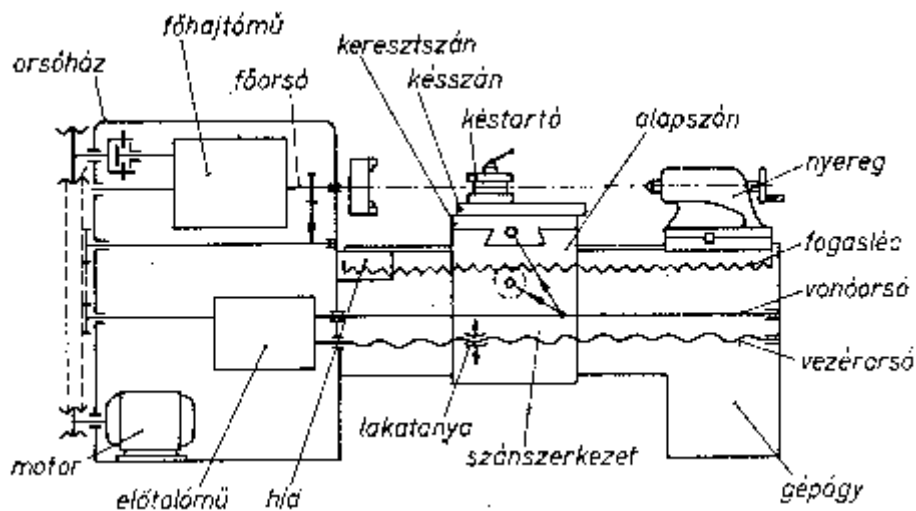
Esztergáláskor a forgó főmozgást a munkadarab, az előtolómozgást a szerszám végzi. Az esztergálás gépei olyan szerkezetek, amelyek ezt a kétféle mozgást egyidejűleg biztosítani

tudják. A munkadarab mozgását a főhajtómű, a szerszám mozgását a főhajtóműtől függő előtolóhajtómű (mellékhajtómű) biztosítja.

Az esztergagépek főbb típusai:

- csúcsesztergák,
- síkesztergák,
- revolveresztergák,
- automataesztergák,
- különleges esztergák.

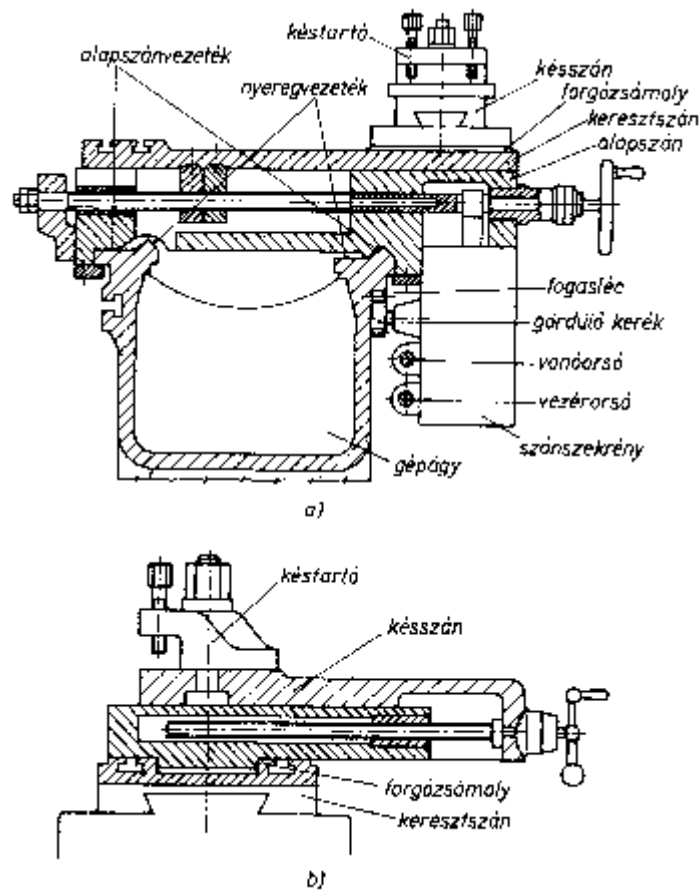
A csúcsesztergák a legelterjedtebben használt esztergagépek, sokrétű feladat elvégzésére alkalmasak. Leegyszerűsített szerkezetű, kisméretű változatát műszeresztergának, növelt pontosságú változatát finomesztergának nevezzük.



1.27. ábra

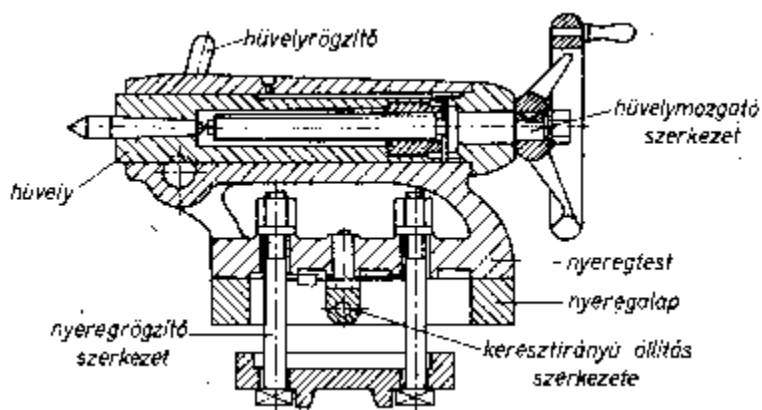
Általános rendeltetésű csúcseszterga az ún. egytetemes csúcseszterga. Működési elve az 1.27. ábrán tanulmányozható. Főbb szerkezeti egységei:

- **Gépágy:** valamennyi szerkezeti egység közös alapja.
- **Orsóház:** a főorsót, a főorsó hajtóművét és a hozzájuk tartozó kezelő és vezérlő szerveket tartalmazza. A főorsó nagyszilárdságú, merev csőtengely, amelynek meghajtását a villamos motorról leggyakrabban ékszíj közvetítésével végzik. A főorsó meghajtható peremmotorral is. A főorsó elülső részét úgy alakítják ki, hogy alkalmas legyen a munkadarab befogó készülékek (pl. tokmány, síktárcsa, esztergaszív stb.) csatlakoztatására.
- **Előtolómű (mellékhajtómű):** a szerszám előtoló mozgását a hosszanti horonnyal kialakított vonórorsóval, vagy - menetvágáskor - a trapézmenetű vezérorsóval biztosítja úgy, hogy az egész szánszerkezetet mozgassa.
- **Szánszerkezet:** feladata az egyenes vonalú mozgás biztosítása és a szerszám befogás (1.28. ábra).



1.28. ábra

- **Nyereg:** a munkadarab megtámasztásához szükséges szerkezeti elemeket tartalmazza. A gépágy nyeregvezetésében elcsúsztatható és a szükséges helyzetben rögzíthető. A hüvely elülső Morse-kúpos furatába helyezhető a munkadarab megtámasztásához szükséges csúcs, ill. furatmegmunkáló szerszám (pl. csigafúró) fogható be (1.29. ábra).



1.29. ábra

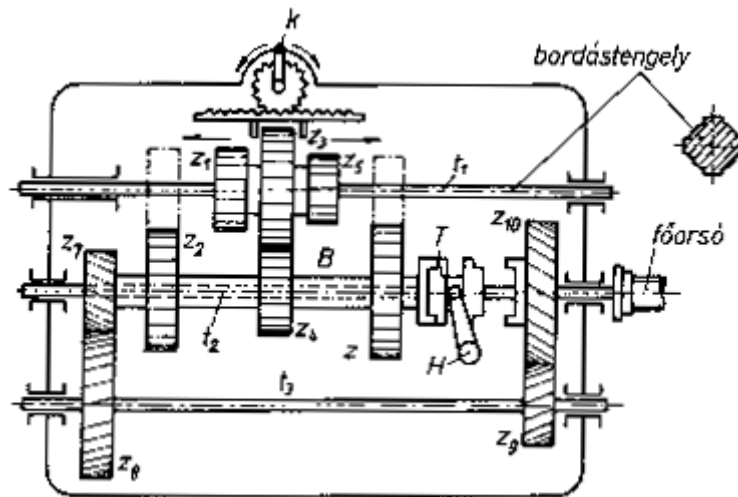
A legáltalánosabban használt eszterga az egytetemes csúcseszterga, ezért a továbbiakban részletesebben csak ezzel a géptípussal foglalkozunk.

### 1.12.1.1. Fordulatszám-szabályozás

A gazdaságos forgácsolás (gazdaságos éltartam) érdekében mindig a legmegfelelőbb vágási sebességgel, azaz a főorsó megfelelő fordulatszámával kell esztergálni. Az optimális fordulatszám biztosításához a fordulatszámot tág határok között kell tudni változtatni. Az esztergagép annál korszerűbb, minél több fordulatszámot lehet rajta beállítani. A fordulatszám-szabályozás lehetőségei:

- fogaskerékelőtétellel,
- szabályozható fordulatszámú motorral (esetleg fogaskerékelőtétellel együtt),
- fokozat nélküli áttétellel.

A fogaskerékelőtétellel végzett szabályozás a leggyakoribb módszer. Az ilyen rendszerű szerkezet elvi működési vázlatát szemlélteti az 1.30. ábra.



1.30. ábra

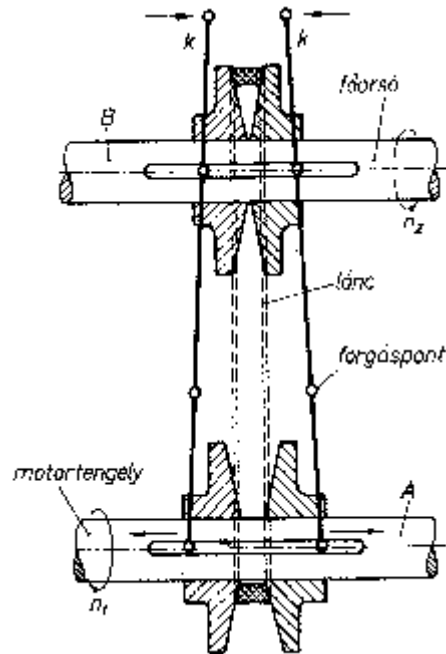
A  $z_1$ - $z_3$ - $z_5$  fogaskerékegység, a  $t_1$  bordástengelyen a  $k$  karral elcsúsztatható, így biztosítható a  $z_1/z_2$ ;  $z_3/z_4$ ;  $z_5/z_6$  kapcsolat. A  $B$  hüvelyes tengelyre ékelt  $z_2$ ,  $z_4$  és  $z_6$  fogaskerekek mellett található a  $z_7$  fogaskerék is, amely  $z_8$ -hoz kapcsolódva  $z_9$ -en keresztül forgatja a  $t_2$  tengelyen szabadon futó  $z_{10}$ -es fogaskereket. A  $z_{10}$ -es fogaskerék azonban a  $T$  tengelykapcsolóval a  $t_2$  tengelyen rögzíthető is.

Az esztergagépek fordulatszámait geometriai sor szerint határozzák meg, így biztosítható a leggazdaságosabb kihasználás. A geometriai sor hányadosát fokozati tényezőnek ( $\varphi$ ) nevezzük. A szabványos fokozati tényezők: 1,06; 1,12; 1,26; 1,58. Ennek alapján például az  $n = 10$ -630-ig terjedő tartomány fordulatszáma  $\varphi = 1,58$ -as fokozati tényezővel:

$$10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630.$$

Mivel az esztergákat nagy fordulatszámú villanymotorral hajtják meg, a főhajtóműben általában a fordulatszám csökkentése a feladat.

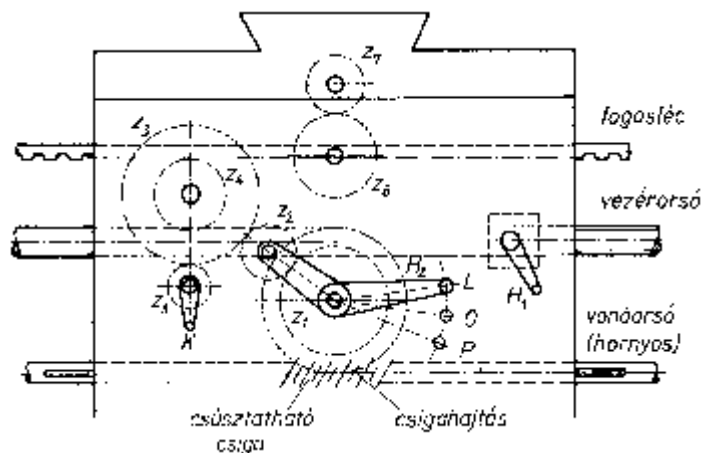
A fokozatnélküli áttétellel (PIV-hajtás) végzett főorsómeghajtás elve a 1.31. ábrán látható. Az  $A$  tengely fordulatszáma állandó ( $n_1$ ). A  $B$  főorsót lamellás lánc hajtja. Az  $A$  és  $B$  hornyos tengelyen elhelyezett kúpos tárcsák a  $k$  karokkal egymáshoz viszonyítva elcsúsztathatók. A kúpos tárcsákban sugárirányú hornyok vezetnek a lamellás láncot, így csúszásmentes fokozat nélküli meghajtás biztosítható. Az ábrán megadott vázlat a beállítható legkisebb fordulatszámnak megfelelő helyzetet szemlélteti.



1.31. ábra

### 1.12.1.2. Előtoló mozgás

Az esztergakések egyenes vonalú mellékmozgását a szánszerkezet (szupport) mozgása biztosítja, amelynek elvi vázlata az 1.32. ábrán látható.



1.32. ábra

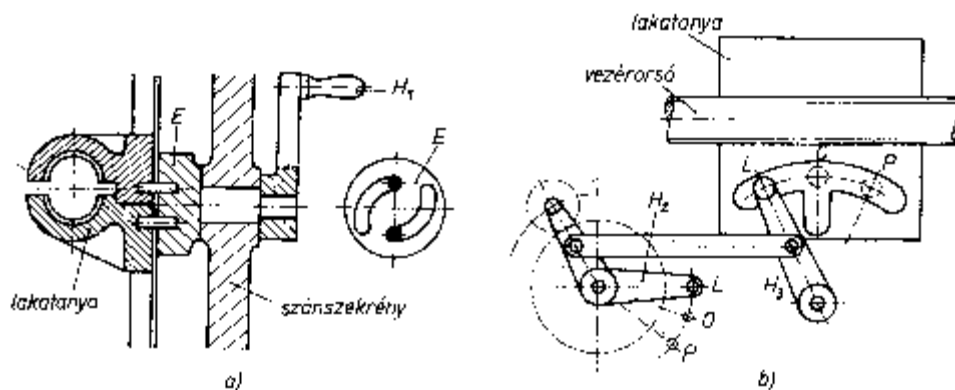
A szánszerkezettel gépi és kézi hosszeltolást, kereszteltolást és menetvágást lehet megvalósítani.

**Gépi hosszeltoláskor** a  $H_2$  kart  $L$  helyzetbe kell állítani. Ilyenkor a vonóorsón levő csiga hajtja a  $z_1$  fogaskerékekkel közös tengelyre ékelt csigakereket. A  $z_1$  fogaskerék egy himbával kapcsolódik a  $z_2$  fogaskerékhez, amely  $z_3$ -mal kapcsolódva meghajtja a közös tengelyre ékelt  $z_4$ -et. A  $z_4$  jelű fogaskerék fogai a fogasléchez kapcsolódnak, így az egész szánszerkezetet hosszirányban mozgatják.

**Kézi hosszeltoláskor** a csigahajtás kiiktatására a  $H_2$  kart  $O$  állásba kell kapcsolni. A  $K$  karral lehet forgatni a  $z_5$  fogaskereket, amely  $z_3$ -at forgatja. A  $z_3$ -mal közös tengelyre ékelt  $z_4$  a fogasléchez kapcsolódva mozgatja a szánszerkezetet.

Kereszteltoláskor a  $H_2$  kart  $P$  helyzetbe állítjuk. A csigahajtáson keresztül meghajtjuk  $z_2$ -t, amely  $z_6$  fogaskeréken keresztül a  $z_7$ -tel közös tengelyen levő csavarorsóval biztosítja a szán keresztirányú elmozdulását.

**Menetvágáskor** a pontos előtolás érdekében a vonó- és vezérorsó esztergákon a szánszerkezetet nem a vonóorsóval, hanem a vezérorsóval mozgatjuk. A vezérorsó olyan csavarmenetes tengely, amely a vonóorsótól független zárszerkezettel, az ún. lakatanyával kapcsolódik a szánszekrényhez. A lakatanyát olyan biztosító reteszeléssel kell ellátni, amely megakadályozza a vonóorsó és a vezérorsó egyidejű bekapcsolását, mivel az töréshez vezetne. Az 1.33. ábra a lakatánya vázlatát mutatja. A  $H_1$  kar elfordításával az excentrikus hornyú  $E$  tárcsa is elfordul, így a hornyokba nyúló csapok a két félszárát - a forgásiránytól függően - vagy rászorítják a vezérorsóra, vagy attól eltávolítják. Az 1.33. ábrán látható, hogy a lakatanyát csak akkor lehet összezární, ha a  $H_2$  és  $H_3$  karok  $O$  állásban vannak, vagyis a vonóorsó nem tudja mozgatni a szánszerkezetet.

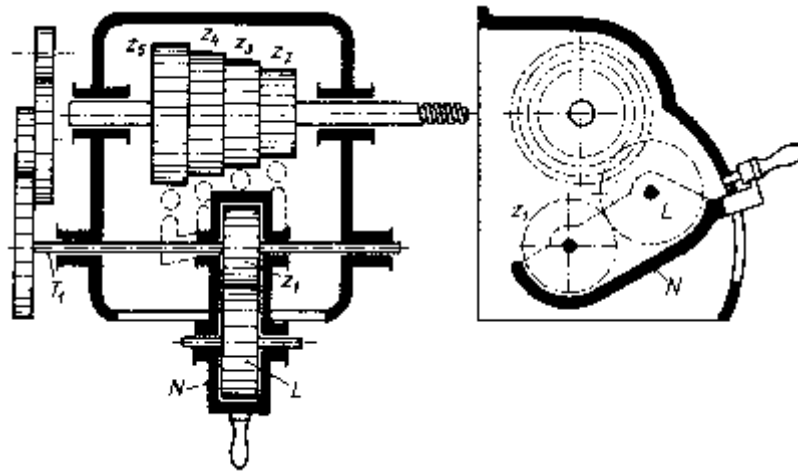


1.33. ábra

A vonóorsó és a vezérorsó hajtását biztosító mellékajtómű egyik gyakori változata az ún. Norton-szekrény (1.34. ábra). A  $T_1$  hornyos tengely cserekerékeken keresztül kapja a hajtást a főorsótól. A hornyos tengelyen elcsúsztathatóan forog a  $z_1$  fogaskerék, amely a lengőházban csapágyazott  $L$  fogaskerékhez kapcsolódik. A lengőház a  $T_1$  tengely körül a fogantyúval elfordítható, így az  $L$  kerék a  $z_2$ ,  $z_3$ ,  $z_4$  és  $z_5$  fogaskerekekkel kapcsolatba hozható. A lengőház karja a szekrény mellső homloklapja elé nyúlik és a végén kialakított csappal a szekrény homloklapjába fűrt lyukban rögzíthető. Így tartja összekapcsolva a fogaskerekeket. A valóságos Norton-szekrény az ábrán megadott vázlattal ellentétben sokkal több fogaskereket tartalmaz, amelyek 30-40-féle előtolás értéket biztosítanak. Menetvágáskor azonban még

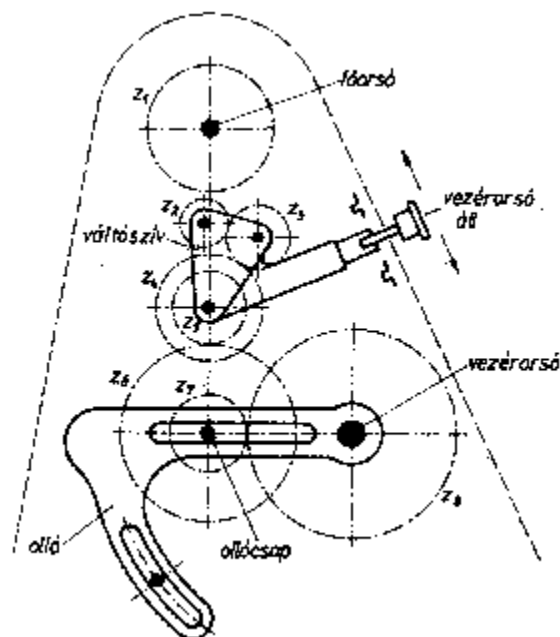


ennél is sokkal több előtolás értékre van szükség, amit a mellékajtómű elé kapcsolt cserekerékkel lehet biztosítani.



1.34. ábra

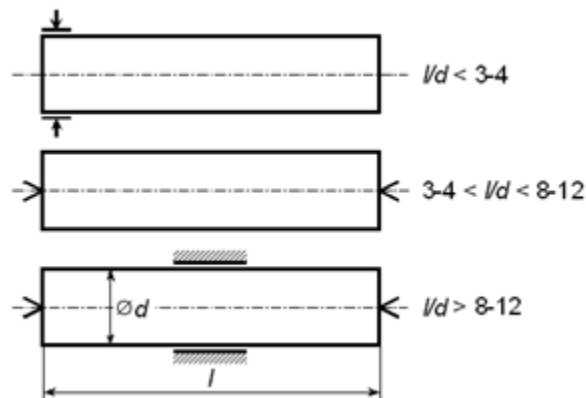
A cserekerék elvi kapcsolódási vázlatát mutatja a 1.35. ábra. A főorsóra ékelt  $z_1$  fogaskerék annak megfelelően biztosítja a forgásirányt, hogy a  $z_2$  vagy a  $z_3$  fogaskerékhez kapcsolódik-e. A fogaskerekek összekapcsolását a váltószívvel lehet elvégezni. A vezérszó fordulatszámának a változtatását a  $z_7$  és a  $z_8$  cserekerékkel, illetve azok váltogatásával lehet elérni.



1.35. ábra

### 1.12.1.3. A munkadarab befogása

Az esztergákon a munkadarab befogása annak alakjától és méreteitől, pl. az 1.36. ábrán megadott  $l/d$  viszonzyszámtól függ.



1.36. ábra

A munkadarab befogása elvileg háromféle lehet:

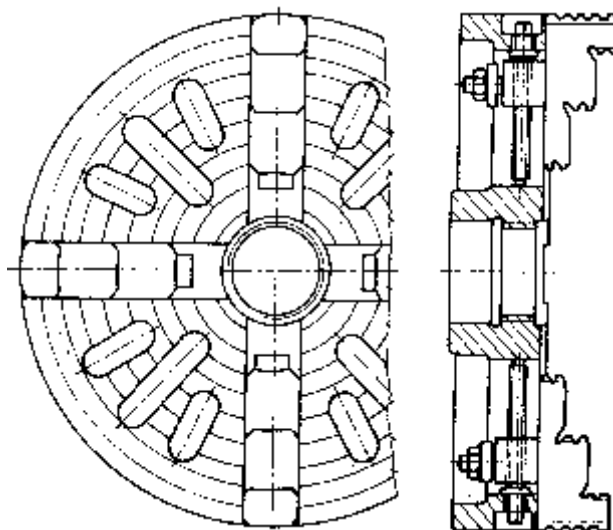
- befogás egyik végén,
- befogás mindkét végén,
- befogás mindkét végén és támasztás közepén.

A befogási módokkal a munkadarabok helyzetét határozzuk meg a szerszám éléhez viszonyítva. Ez a helyzetmeghatározási mód központosítás, mert két középsíknak, vagyis a forgástengelynek a helyzetét határozzuk meg.

Az egyik végen végzett központosítás leggyakoribb eszközei a síktárcsa, a tokmány, és a szorítóhüvelyek.

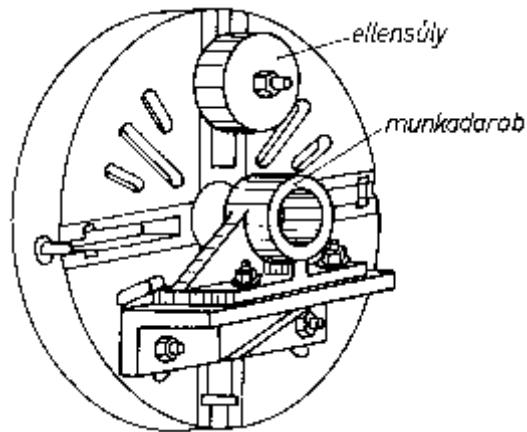
#### A síktárcsa

A síktárcsa négy szorítópofája külön-külön, egymástól függetlenül állítható. Így nemcsak forgástestek, hanem szögletes vagy szabálytalan keresztmetszetű munkadarabok befogására is alkalmas (1.37. ábra).



1.37. ábra

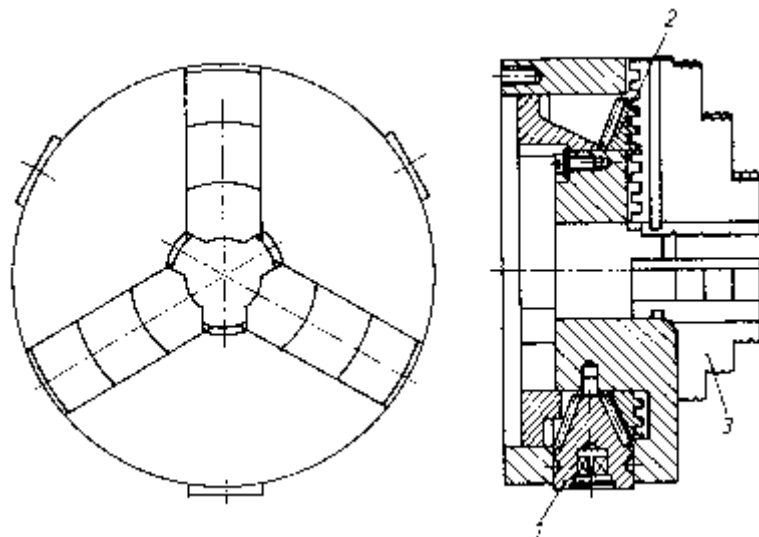
A síktárcsán levő nyílások és hornyok aszimmetrikus keresztmetszetű munkadarabok befogását teszik lehetővé. A szorítást ilyenkor feszítővasakkal és csavarokkal végzik (1.38. ábra). Ugyancsak ezek a nyílások biztosítják az egyenlőtlen tömegeloszlású alkatrészek felfogását. Az ilyen darabokat ellensúllyal kell kiegyensúlyozni. A síktárcsán a központosítás hosszú ideig tart és körülményes. Síktárcsát általában egyedi gyártásban használnak.



1.38. ábra

### *Esztergatokmány*

Rövid, hengeres darabokat leggyakrabban hárompofás, önműködően központosított spirálmenetes tokmányba fognak be. A tokmánypofák egyszerre, azonos sebességgel mozognak. A központosítási hiba 0,06...0,12 mm.



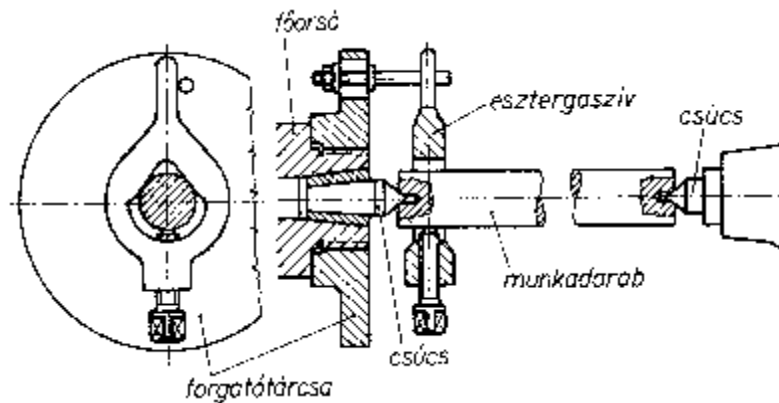
1.39. ábra

A tokmányházban lévő 1 kúpogaskerék négyszögletes végű kulccsal forgatható (1.39. ábra). A kis kúpkerékhez kapcsolódik a 2 spiráltárcsa, amelynek egyik oldala nagy kúpkerék, a másik oldalán (homlokfelületén) pedig laposmenetes szelvényű, síkban fekvő spirálmenet található. Ezekbe a menetárokba kapcsolódnak a 3 szorítóporfák menetbordái. A szorítóporfák mindkét oldalán vezetősínek vannak, amelyek a tokmánytest árkaiba illeszkednek, és ez által

biztosítják a pofák sugárirányú vezetését. A nagysorozatú és tömeggyártásban pneumatikus vagy hidraulikus gépi szorítású tokmányokat alkalmaznak.

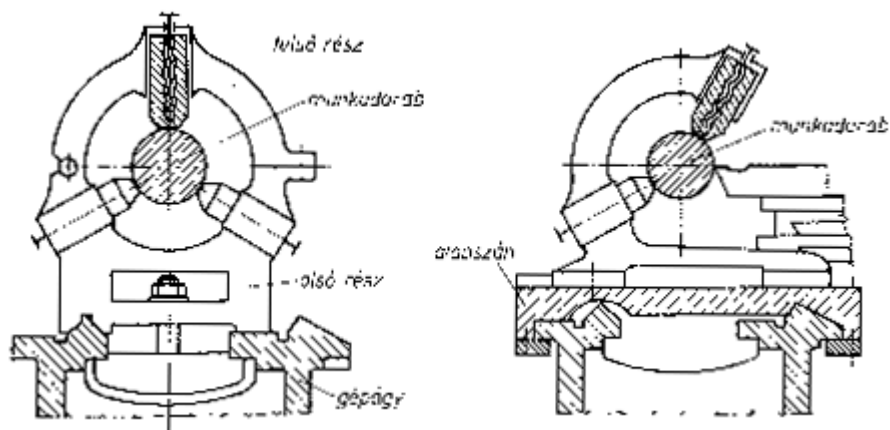
### ***Befogás csúcsok közé***

A munkadarab mindkét végén történő befogásakor a központosító elemek a különféle esztergacsúcsok (normálcúcs, félcúcs, kitérócsúcs, negatívcsúcs, forgócsúcs, forgatócsúcs stb.). A központosító csúcsok számára a munkadarab mindkét végébe központfuratot kell fúrni. A központfuratokba illeszkedő esztergacsúcsok nyomaték átvitelére nem alkalmasak. A csúcsok közé fogott munkadarabot a rászorított esztergaszívvel lehet forgatni. Az esztergaszívet a főorsóra erősített forgatótárcsa mozgatja (1.40. ábra).



**1.40. ábra**

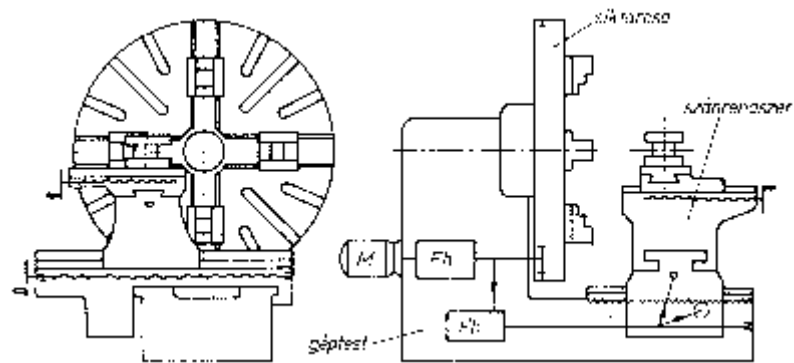
Hosszú és vékony munkadarabok a forgácsolóerő hatására kihajolhatnak. Ez a kihajlás az ún. bábokkal megakadályozható (1.41. ábra). A gépágy nyeregvezetékén rögzíthető bábót állóbáboknak, az alapszámra felszerelhető mozgóbáboknak nevezzük. A támasztócsapok vége általában bronzból van, vagy csapágy szerelhető rájuk, hogy ne sértsék meg a már megmunkált felületet.



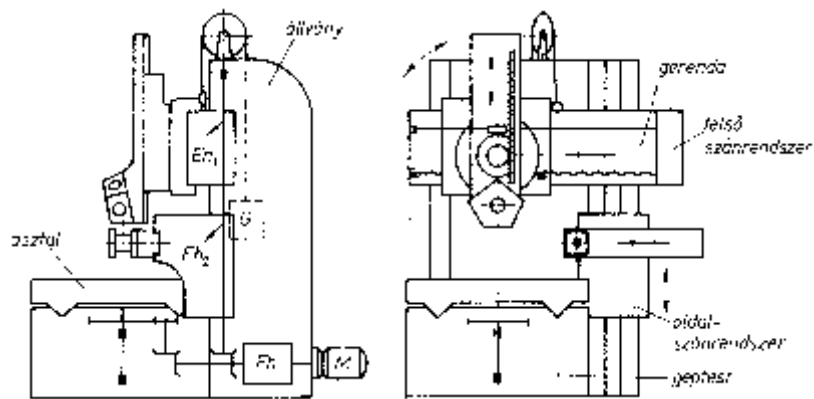
**1.41. ábra**

### **1.12.1.4. Különleges esztergagépek**

A **síkesztergák** nagy átmérőjű, tárcsaszzerű alkatrészek megmunkálására alkalmasak, rajtuk a munkadarab csak síktárcsába fogható fel. A vízszintes főorsójú síkesztergát **fejesztergának** (1.42. ábra), a függőleges főorsójút pedig **karusszelesztergának** nevezzük (1.43. ábra).

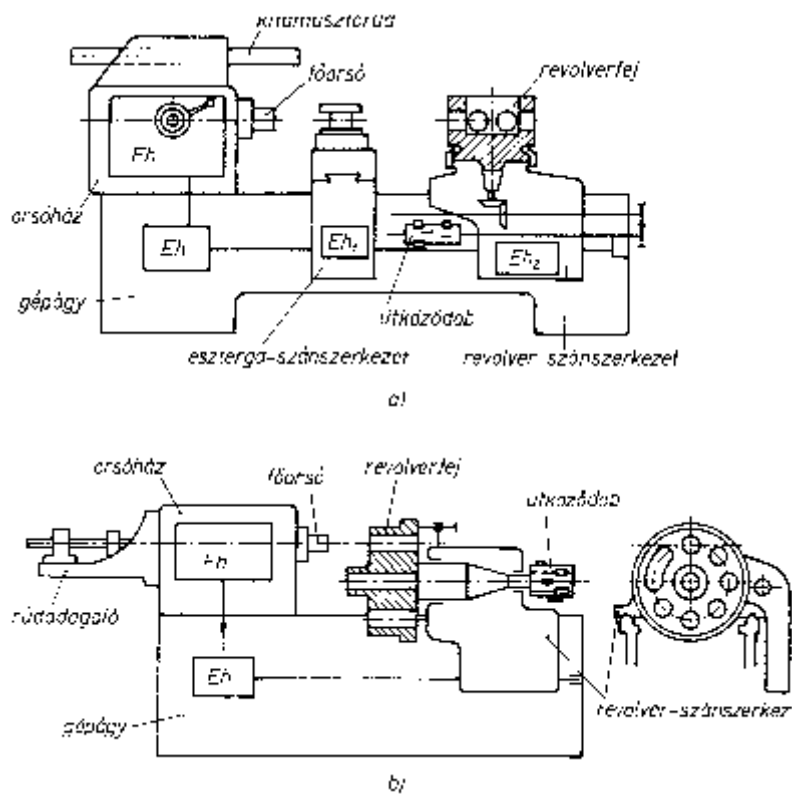


1.42. ábra



1.43. ábra

A **revolveresztergák** különleges szerszámbefogóval és ütközőrendszerrel felszerelt esztergagépek. A főorsóra merőleges forgástengelyű szerszámbefogóval kialakított revolvereszterga a **torony-revolvereszterga**, a párhuzamos forgástengelyű szerszámbefogóval ellátott revolvereszterga a **dob-revolvereszterga** (1.44. ábra).

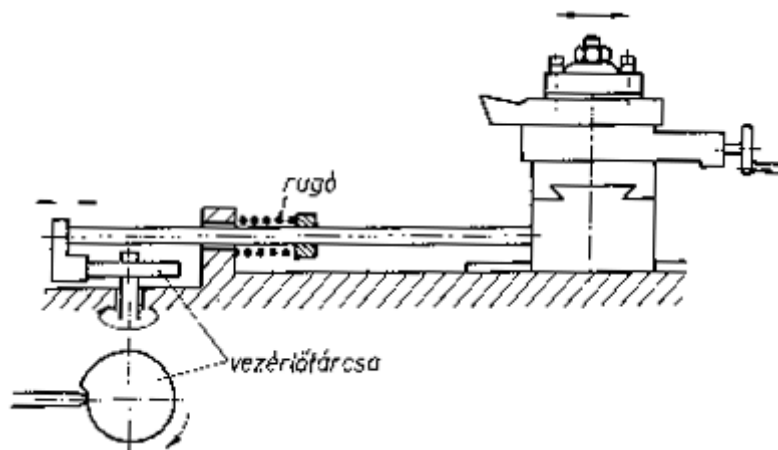


1.44. ábra

Az **automata esztergák** a forgácsleválasztáshoz szükséges összes mozgást önműködően végzik, az egyes munkaciklusok megismétlését a vezérlőmű biztosítja. Az automata esztergák lehetnek mechanikus vagy számjegyvezérlésűek.

A **másolóesztérge** sablon segítségével bonyolult keresztmetszetek kialakítására alkalmas.

A **hátraesztérge** elsősorban marószerszámok hátfelületének a megmunkálására alkalmas (1.45. ábra). A szerszám radiális elmozdulását vezértárcsa biztosítja. A megmunkált felület archimédeszi spirális. Mivel ezek a görbék a marószerszám minden fogán megismétlődnek, egy-egy fog megmunkálása után az esztergakést gyorsan vissza kell vinni kiinduló helyzetébe. Ezt a mozgást rugó biztosítja.



### 1.45. ábra

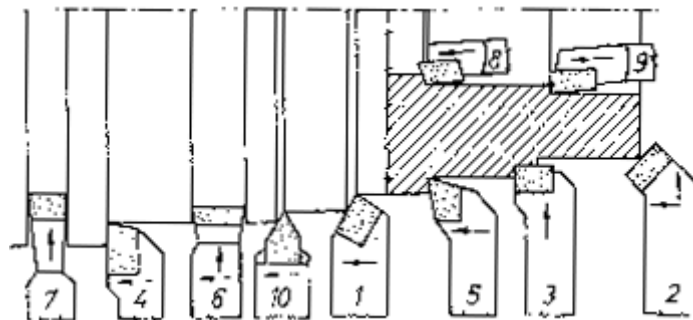
A *sokszögeszterga* az ék-, retesz- és bordakötéseknél korszerűbb, ún. sokszögprofilú felületrendszerek előállítására alkalmas. A sokszögesztergán egy speciális főorsócsapágyazás segítségével a munkadarab bolygómozgásával alakítható ki a kívánt profil.

#### 1.12.2. Az esztergálás szerszámai

Az esztergálás jellegzetes szerszáma az esztergakés. A szabvány az esztergakéseket az egyélű gépi fémforgácsoló szerszámok csoportjába sorolja (ebbe a csoportba tartoznak még a gyalukések és a vésőkések is).

Az esztergakések anyaga lehet: szerszámacél ( $v = 6-10$  m/min), gyorsacél ( $v = 20-40$  m/min), keményfém ( $v = 100-300$  m/min), kerámia ( $v = 100-3000$  m/min), elbor-R, kompozit, gyémánt. A gyakorlatban a szerszámacélból készült esztergakéseket nagyon ritkán alkalmazzák.

Az esztergakés szerkezete lehet tömör, tompán hegesztett, forrasztottlapkás és váltólapkás. A leggyakoribb típus a forrasztottlapkás, amelynek különböző változatait szemlélteti a *1.46. ábra*:

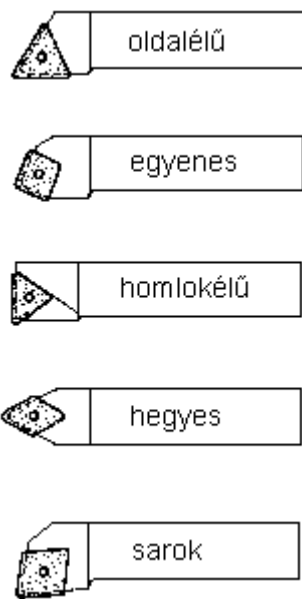


1.46. ábra

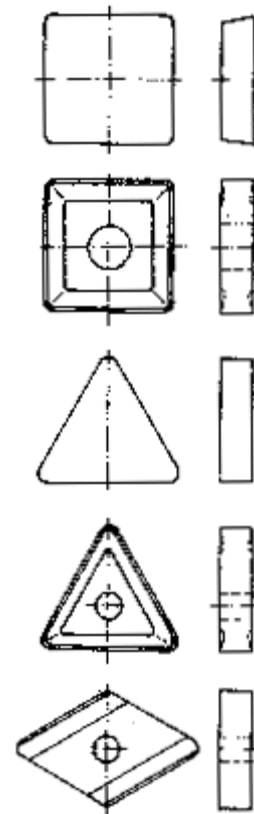
1 egyenes esztergakés, 2 hajlított, 3 homlokélű, 4 oldalélű, 5 sarok, 6 széles, 7 beszúró, 8 furatkés átmenő furathoz, 9 furatkés zsákfurathoz, 10 hegyes esztergakés

A gyorsacél szerszámok alakja hasonló, de nincs sarokkés és széles kés, van viszont hajlított sugaras- és beszúró furatkés.

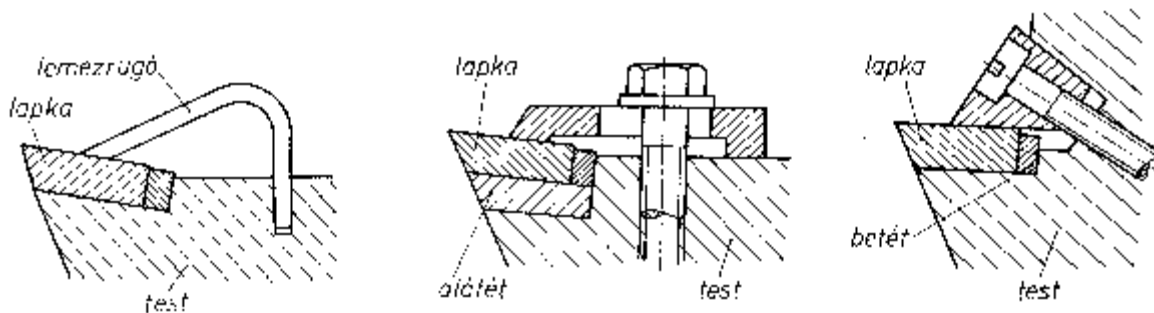
A váltólapkás szerszámok főbb típusait az *1.47. ábrán* mutatjuk be. A váltólapkák élgeometriáját a lapkafészekkel valósítják meg. Valamennyi él elhasználása után a lapkákat el kell dobni. Néhány furatos és furat nélküli váltólapkát mutat be az *1.48. ábra*. A váltólapkák rögzítési módját szemlélteti az *1.49. ábra*.



1.47. ábra



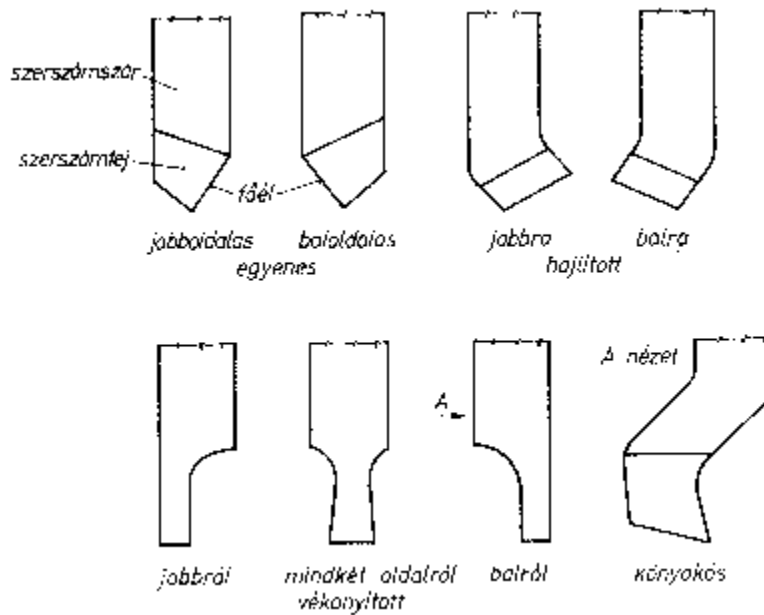
1.48. ábra



1.49. ábra

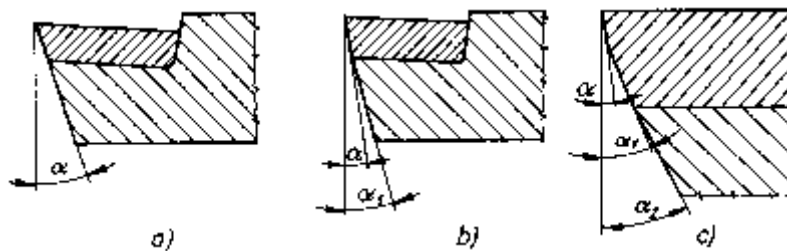
Az egyélű esztergakések nagy része az 1.46. ábrán bemutatott *jobb*os kivitel mellett *bal*os kivitelben is készül. Annak eldöntése, hogy egy kés jobb vagy baloldalas, a következő: a forgácsoló helyzetben lévő késre úgy nézünk rá, hogy a kés csúcsa szemben legyen velünk. Ha a kés főele jobb kéz felé esik, akkor jobboldalas, ha balkéz felé esik, akkor baloldalas a kés. A kések lehetnek hajlítottak, vékonyítottak és könyökös kivitelűek (1.50. ábra).





1.50. ábra

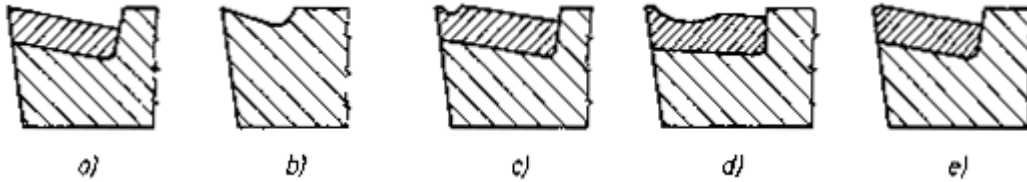
Az esztergakések dolgozó részének a kialakítására (pl. homlokszög, hátszög, terelőszög, csúcscsugár) a szabványok tartalmazzák irányértékeket. Ezekon kívül természetesen meg kell határozni a dolgozó részt határoló lapok alakját is. Az esztergakések hátlapját egy, két vagy három síkkal (hátszöggel) szokták kiképezni. Gyorsacélból készült késeken egy hátszöget alakítanak ki (1.51/a ábra). A gyorsacélt ugyanis ugyanolyan köszörűanyaggal (alumíniumoxiddal) lehet köszörülni, mint a szerszámtest anyagát (szerkezeti acél). A gyorsacél lapka és a szerszámtest hátszögét egyidejűleg köszörülik. Keményfém lapkás kések esetén a lapkát szilíciumkarbid köszörűszemcsékkel, a szerszámtestet alumíniumoxid szemcséjű koronggal kell köszörülni. Ezért először a kés szárát köszörülik  $\alpha_1$  hátszöggel, majd ezt követően köszörülik a lapkát  $\alpha$  hátszöggel (1.51/b ábra). Vannak olyan szerszámok, amelyekben a lapka főele mentén a hát- és a homloklapot tükrösítéssel vagy gyémánszemcsés köszörüléssel munkálják meg. Ez a megmunkálás csak egy keskeny sávra terjed ki. A lapka többi részét továbbra is szilíciumkarbiddal kell köszörülni. Az így élezett késen tehát három hátszög található (1.51/c ábra).



1.51. ábra

Az esztergakések homloklapjának a kialakításakor mindig gondolni kell arra, hogy a forgács tört forgács legyen. Rideg anyagok forgácsolásakor - általában - minden külső beavatkozás nélkül is ilyen forgács keletkezik. Szívós anyagok forgácsolásakor a hosszú szalagforgácsot spirálszerűen meg kell csavarni, és olyan irányba kell terelni, ahol sem a dolgozó testi épségét, sem a gép működését, sem a már megmunkált felületet nem veszélyezteti. A folyó

forgács csavarását és törését legrégebben az ún. íves forgácstörővel kialakított homloklappal végzik (1.52/b. ábra). A keményfém lapkás szerszámokon forgácstörő hornyokat képeznek ki. Mindkét módszer hátránya, hogy gyengíti a szerszámot. Ezt a hátrányt küszöbölik ki a mechanikus forgácstörőkkel felszerelt esztergakések, amelyeken a forgács törését állítható lap végzi.



1.52. ábra

Az esztergakések csatlakozó része a késszár, amelynek alakját és méreteit szabvány írja elő. Az esztergakéseket szilárdságra méretezik, és merevségre ellenőrzik. Méretezéskor a szerszám szárának a keresztmetszetét szokás meghatározni. A szerszám szárát féoldalon befogott tartónak tekintik, amelynek a végén hat a forgácsoló erő. A forgácsoló erő három komponense az esztergakést hajlításra, csavarásra és nyomásra veszi igénybe, tehát összetett igénybevételre kellene azt méretezni. Ez a méretezés a gyakorlat számára bonyolult, ezért az esztergakéseket a főforgácsoló erő alapján csak hajlításra méretezik.

---

[A jegyzet elejére](#)

[Az oldal elejére](#)

[A következő oldalra](#)

---

*Dr. Szabó László: Forgácsolás, hegesztés  
Miskolc, 2000 © Szabó László*

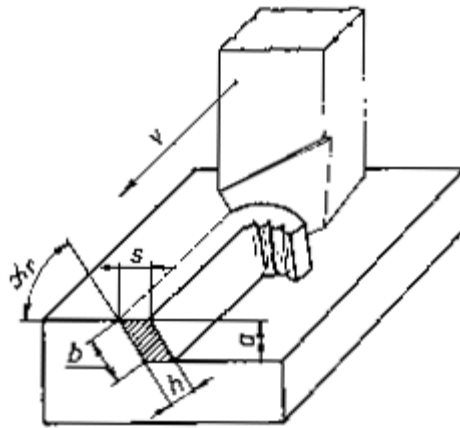
---

### 1.13. Gyalulás, vésés

A gyalulás és vésés egyélű szerszámmal, egyenes vonalú, váltakozó irányú főmozgással és szakaszos mellékmozgással (előtolással) végzett forgácsolás. A gyalulás és a vésés közös jellemzője, hogy állandó keresztmetszetű forgács leválasztásával történik.

**Gyalulás**kor a forgácsolómozgást vagy a munkadarab (hosszgyalulás), vagy a szerszám (harántgyalulás) végzi. Az előtolómozgást szintén végezheti a munkadarab is (harántgyalulás) és a szerszám is (hosszgyalulás). A szerszám csak a munkalöket alatt forgácsol. Visszafutás után, a munkalöket előtt a munkadarab vagy a szerszám a beállított előtolással elmozdul.

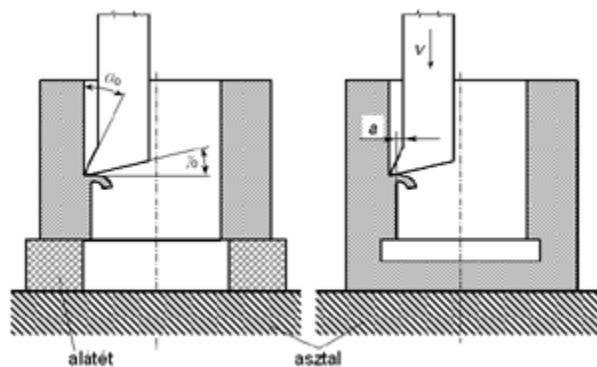
A gyalulás forgácsolási viszonyait az 1.53. ábra szemlélteti.



1.53. ábra

A gyalulás síkfelületek megmunkálására való. Termelékenysége kicsi, a szerszám viszont olcsó, a gyalugép pedig egyszerű. A gyalugépek az egyedi gyártásban nélkülözhetetlenek. A gyalulás pontossága nagyoláskor IT12, simításkor IT9-10, az érdesség nagyoláskor  $R_a = 12,5-100 \mu\text{m}$ , simításkor:  $R_a = 3,2-12,5 \mu\text{m}$ .

A **vésés** a munkadarab belső üregeiben levő hornyok és egyéb alakzatok megmunkálására való. Sok tekintetben a gyalúhöz hasonló. Kis termelékenyséű, kevésbé pontos forgácsolási módszer. A vésés jellegzetessége, hogy a forgácsoló főmozgás párhuzamos a szerszám szárával. A főmozgást a szerszám, az eltolást a gép asztalára fogott munkadarab végzi. A vésőkéseken a kés élszögei a gyalukés élszögeihez viszonyítva szerepet cserélnek (1.54. ábra).



1.54. ábra

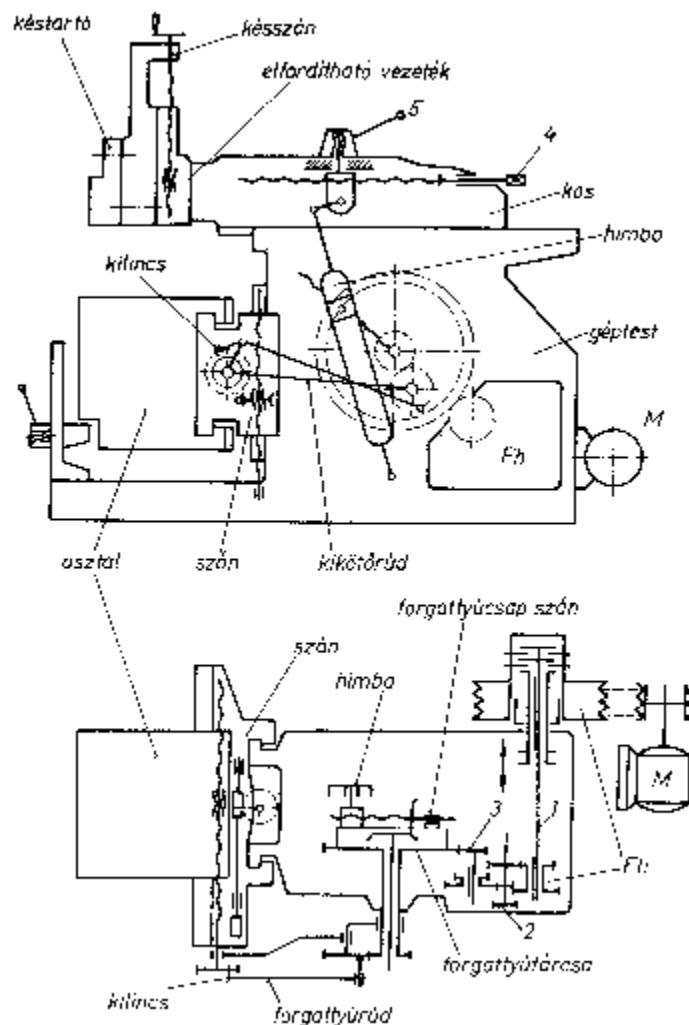
### 1.13.1. Gyalugépek

A gyalugépeket főleg sík- vagy síkობól összetett felületek megmunkálására használják. A gyalúhöz választott gép típusa döntően a munkadarab nagyságától függ. A kisebb munkadarabokat harántgyalugépeken, a nagyobbakat hosszgyalugépeken lehet megmunkálni.

### 1.13.1.1. A harántgyalugép

A harántgyalugépek kis és közepes méretű (1000 mm-nél rövidebb) munkadarabok függőleges vagy ferde helyzetű, sík, lépcsős, esetleg alakos felületeinek megmunkálására alkalmasak, egyedi vagy kissorozatgyártásban.

Jellemzőjük, hogy az egyenes vonalú, váltakozó irányú vízszintes forgácsoló mozgást (főmozgást) a szerszám végzi. A főmozgásra merőleges, kettőslöketenkénti előtolómozgást (mellékmozgást) vízszintes síkfelületek gyalulásakor a munkadarab, függőleges vagy ferde helyzetű síkfelületek megmunkálásakor a szerszám végzi. A fogást is a szerszámmal lehet venni.

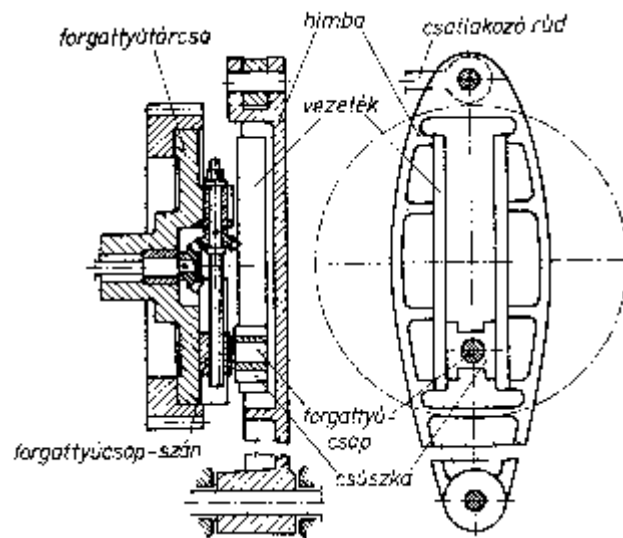


1.55. ábra

A harántgyalugép elrendezési és kinematikai vázlatát az 1.55. ábra szemlélteti. A géptest (üreges öntvény) felső, vízszintes vezetékén mozog jobbra-balra a kos a ráerősített kosfejjel, oldalsó függőleges vezetékén pedig fel-le a szán (keresztcsán). A keresztcsán magassági irányban csavarorsó és anya segítségével kézzel állítható, és tetszés szerinti helyzetben rögzíthető. A keresztcsán homloklapján kialakított vezetékén csúszik az asztal, amelyet a mellékajtómű szakaszosan mozgat (előtoló mozgás) a holtlöklet alatt. Az asztal üreges öntvény, felső részén és oldallapjain T-hornyok vannak a munkadarab, illetve a készülék

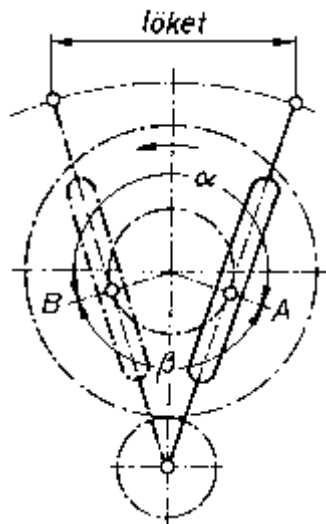
felfogására. Az asztal forgácsolás közbeni lehajlása támasszal akadályozható meg, amely magassági irányban állítható és rögzíthető.

A főhajtás a motorról szíjhajtáson és tengelykapcsolón keresztül jut el az 1 tengelyre. A 2 tengelyen át a 3 tengelyre négyféle áttétel kapcsolható. A 3 tengelyre ékelt kis fogaskerék hajtja a forgattyútárcsa fogaskoszorúját. A forgattyútárcsa homloklapján kialakított vezetékben csúszik a sugárirányban állítható forgattyúcsapszán a rajta lévő forgattyúcsappal (1.56. ábra). Az állítás kívülről történik kúpkerékpár és csavarorsó segítségével. Ezzel lehet beállítani a lökethosszat. A forgattyúcsapon levő csúszka (kulissza) forgás közben a himba vezetékében csúszik, miközben lengőmozgást végez a géptestben rögzített csap körül, és előre-hátra mozgatja a kost a csatlakozó rúdon keresztül. A lengőhimbás hajtómű előnye az egyszerű szerkezeti felépítés, nem kell hozzá külön irányváltó szerkezet.

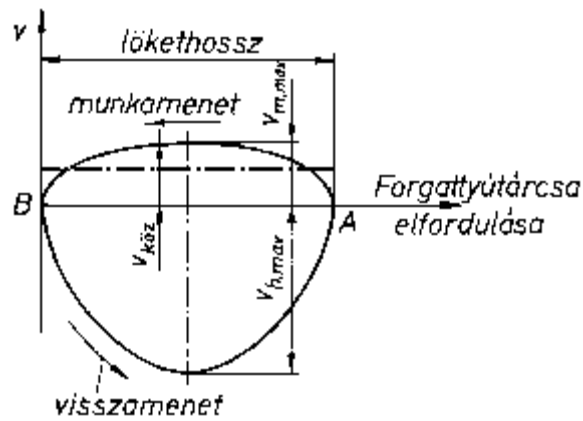


1.56. ábra

A lengőhimbás hajtóműben a forgattyútárcsa egyenletes forgómozgást végez, ezért a kos mozgásának sebességét a forgattyútárcsa elfordulására vonatkoztatva kell vizsgálni (1.57. ábra). A munkalöket alatt a forgattyúcsap a kulisszakővel együtt távolabb van a himbakar csuklópontjától, mint a holtlökethen ( $\alpha < \beta$ ), ezért a holtlökethen sebessége nagyobb, mint a munkalöket sebessége. Ez a szerkezet lényege. Mind a munkalöket, mind a holtlökethen sebessége a lökethen belül változó (1.58. ábra). A kos hátsó holtpontjában a munkalöket kezdetén a sebesség nulla. Innen indulva (A) a kos kezdetben gyorsul, elér egy maximumot ( $v_{m,max}$ ) majd lassulva a lökethen végén megáll. Ezután gyorsulva megindul visszafelé (holtlökethen), eléri a maximumot ( $v_{h,max}$ ), majd lassulva megáll. A forgácsolási sebességet a közepes sebesség ( $v_{köz}$ ) alapján számítjuk.

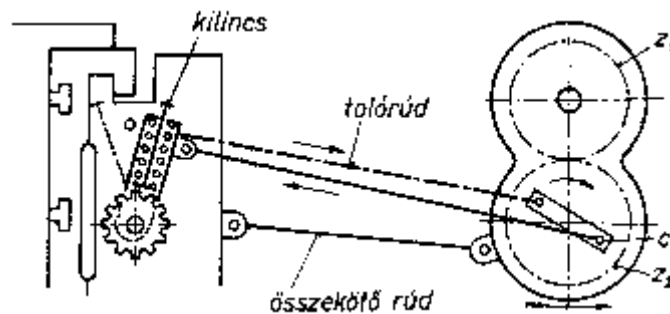


1.57. ábra



1.58. ábra

A löket helyzetét úgy változtathatjuk (l. 1.55. ábra), hogy a kos és a himba csatlakozási pontját a 4 csavarorsóval a kívánt helyre állítjuk és ott az 5 csavarral rögzítjük.



1.59. ábra

A mellékajtómű kilincsműves megoldású, amely a lengőhimbás hajtóműről levezetett forgómozgást az asztal szakaszos mellémozgásává alakítja át (1.59. ábra). A forgattyútárcsa csőtengelyére ékelt fogaskerék az elfordítható házban csapágyazott másik fogaskereket forgatja. Ennek homloklapján levő vezetékkel a forgattyúcsap sugárirányban állítható. Ezt a tolórúd köti össze az asztalmazgató orsó végén csapágyazott kilincsműház alsó részével, amely lengőmozgást végez. Az összekötőrúd a fogaskerékház elfordítását biztosítja az asztal magassági irányú állításakor. A kilincsműház felső részében van a kilincs, amelyet rugó nyom az asztalmazgató orsó végére ékelt kilincskerék fogárkába, és a lengőmozgás közben egy bizonyos szöggel elfordítja azt. Ennek nagyságától függ az előtolás mértéke, amit a forgattyúcsap sugárirányú állításával lehet szabályozni. A kilincs vége fűrészfog alakú és csak egyik irányban forgatja a kilincskereket, illetve az orsót, a másik irányban átugrik a fogakon. Az asztal ellenkező irányú mozgásához a kilincset ki kell emelni és 180°-kal el kell fordítani. A 90°-os elfordítás semleges helyzetet jelent, ilyenkor az asztalmazgató orsó kézzel forgatható. A kereszttszánban csapágyazott orsó az asztalban rögzített anyával kapcsolódik, és elfordulásakor a beállított előtolásnak megfelelően elmozdítja az anyát, és vele együtt az asztalt is a ráerősített munkadarabbal.

A kisméretű munkadarabokat a gép asztalára erősített gépsatuba, edzett pofák közé fogják. A még nyers, durva felületű darabokhoz recézett, a már megmunkált felületekhez sima

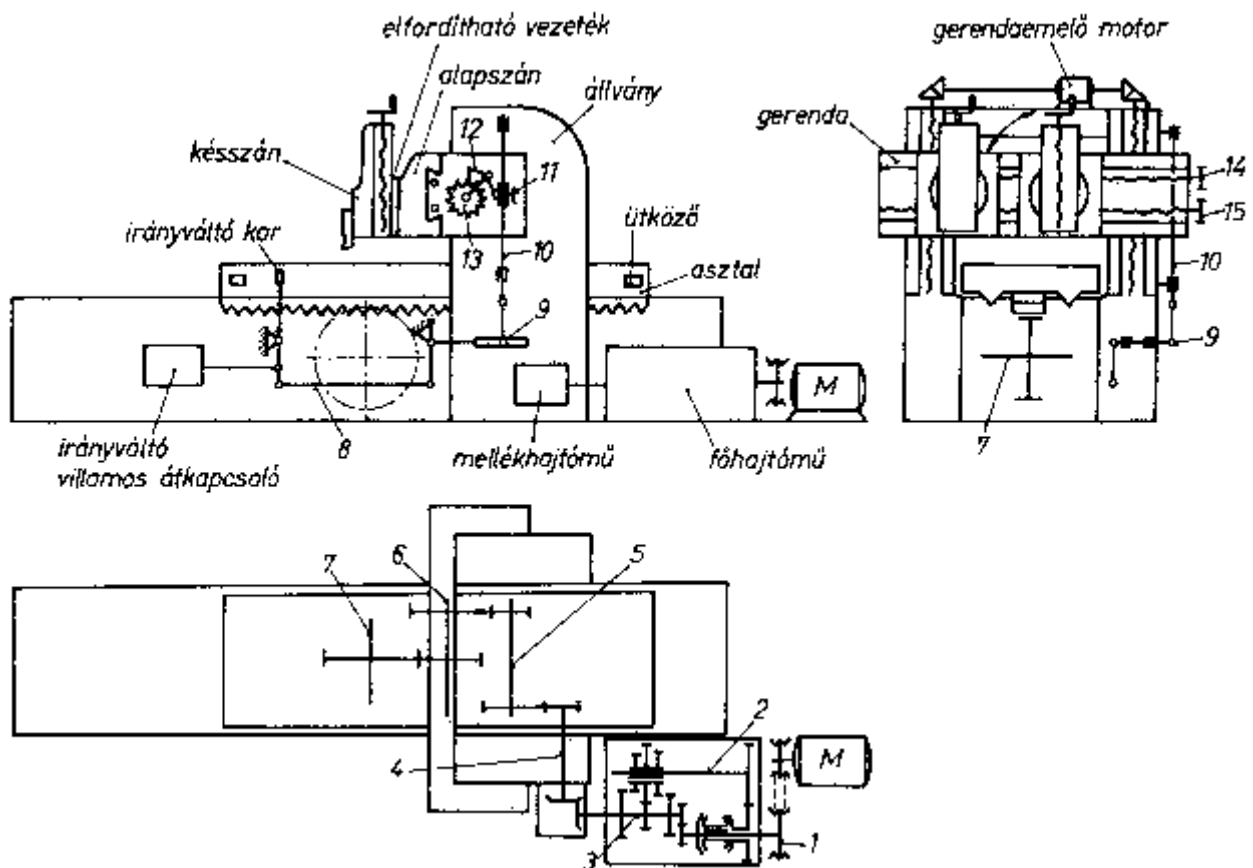
betétpofákat kell használni, de szükség szerint lágy pofákat is lehet alkalmazni, vagy kis keménységű (alumínium, vörösréz) lemezalátéteket kell az edzett szorítópofák és a munkadarab közé helyezni. Hengeres munkadarabokat vízszintes- vagy függőleges prizmájú pofák közé célszerű befogni.

A gépsatuba már nem fogható nagyobb méretű darabokat közvetlenül a gép asztalára lehet felfogni. Ilyenkor a munkadarabot szorítóvasakkal, támasztó és szorítótuskókkal vagy szorítóékekkel lehet rögzíteni az asztal T-hornyaihoz.

### 1.13.1.2. A hosszgyalugép

A hosszgyalugépek közepes hosszúságú és hosszú (1000-2000 mm) munkadarabokon vízszintes-, függőleges- és ferde helyzetű sík-, lépcsős-, esetleg alakos felületek megmunkálására alkalmasak. Jellemzőjük, hogy az egyenes vonalú, váltakozó irányú, vízszintes forgácsoló főmozgást a gépsztalra fogott munkadarab, a vízszintes-, függőleges- vagy ferde irányú szakaszos előtolómozgást a szerszám végzi. A fogást is a szerszámmal kell venni. A termelékenység növelésére több, 2-4 készánjuk van, így egyidejűleg több szerszám is forgácsolhat. Vannak olyan hosszgyaluk is, amelyekkel előre- és hátramenetben egyaránt lehet forgácsot leválasztani.

A hosszgyaluk lehetnek: két- és egyállványos, mozgóállványos kivitelűek és veremgyaluk. Mi csak a kétállványos hosszgyalugép vázlatos szerkezeti felépítését ismertetjük (1.60. ábra).



## 1.60. ábra

Az ágy szekrényes kivitelű üreges öntvény, benne helyezkedik el az asztalmozgató szerkezet. Az ágy két oldalán egy-egy állvány van, amelyeket felül összekötő tartó, (merevítő híd) fog össze. Az állványok mellső részén függőleges vezetékrendszer van, ezen csúszik a felső szánokat hordozó gerenda és az oldalsó szán.

A főhajtás az *M* motorról ékszíjon átjut a hajtómű *I* tengelyére. A tengelyen lévő tengelykapcsoló jobb oldali állásban a lassú munkamenetet, bal oldali állásban a gyors hátrafutást kapcsolja a 3 tengelyre. Az ábrán jelzett kúpos tengelykapcsoló a valóságban elektromágneses lamellás tengelykapcsoló, amelyet az asztal oldalán levő állítható helyzetű ütközőkkel működtetett villamos irányváltó átkapcsoló kapcsol. A 2 és 3 tengely között fogaskerekek segítségével 3-6 sebességfokozat állítható a munkalökethez. A hátrafutás mindig azonos, nagy sebességű. A 3 tengelyről kúp- és homlokfogaskerekek segítségével a 4, 5, 6, 7 tengelyen átjut tovább a hajtás a 7 tengely gördülőkerékére, amely az asztal aljára erősített fogaslécbe kapcsolódik, és ez által mozgatja az asztalt.

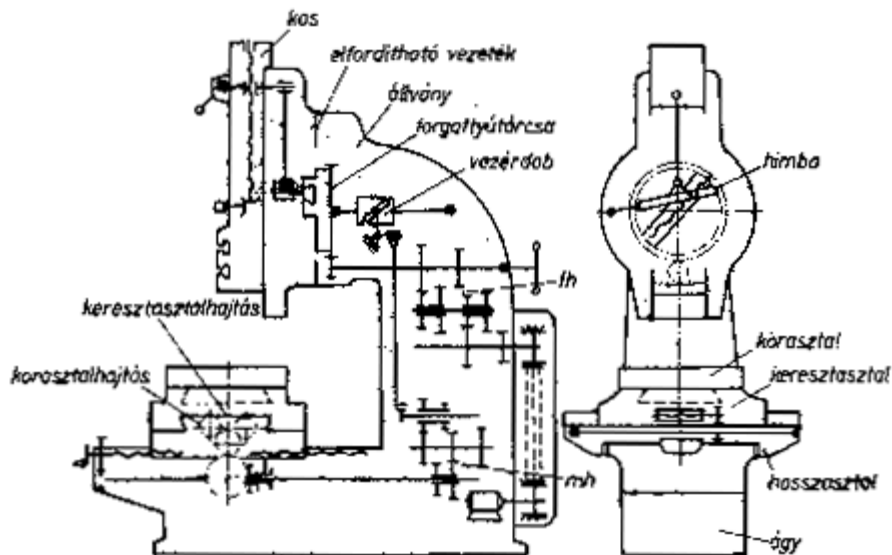
A mellék-hajtómű szakaszos működésű kilincsmű. A 8 rúd és a 9 emelőkar közvetítésével függőlegesen mozgatja a 10 rudat. Ehhez a rúdhoz kapcsolódik a 12 kilincs. A 13 kilincskerékhez kapcsolhatjuk a 14 vagy 15 csavarorsót annak megfelelően, hogy melyik szánnal kívánjuk biztosítani az előtolást. Az összekötő tartóra szerelt villanymotor két kúpkerékpárral és két csavarorsóval mozgatja a gerendát.

A tárgyalt asztalmozgató mechanizmus mellett egyéb meghajtási módok is léteznek (csiga-fogasléces, csavarorsó-csavaranyás, vagy hidraulikus asztalmozgató).

### 1.13.2. Vésőgépek

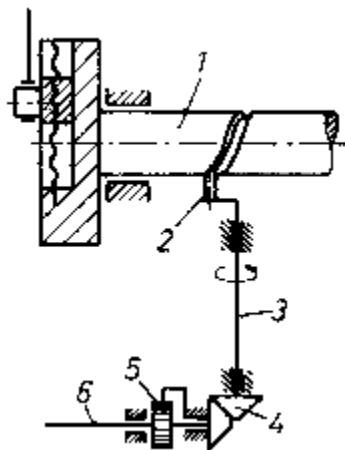
A vésőgép elvileg egy függőleges elrendezésű harántgyalugép. A váltakozó irányú függőleges forgácsolómozgást (főmozgást) a szerszám, az erre merőleges, kettőslöketenkénti előtolómozgást (mellékmozgást) a munkadarab végzi a vízszintes síkban. A mellékmozgás lehet: hossz- vagy keresztirányú, és körmozgás is. A vésőgép elvi elrendezési vázlatát szemlélteti az 1.61. ábra.





1.61. ábra

A főhajtómű legtöbbször fogaskerékes fokozathajtómű, amely a motortól kapott forgómozgást lelassítja, megsokszorozza, és a kosmozgató mechanizmusnak továbbítja. A kosmozgató lehet mechanikus (forgattyús, lengőhimbás, kulisszás stb.) vagy hidraulikus. A kisméretű vésőgépeken (maximális lökethossz 250 mm) forgattyús kosmozgatót alkalmaznak, a közepes nagyságú vésőgépek (maximális lökethossz 300...500 mm) kosmozgatóját lengőhimbás szerkezettel biztosítják. A legnagyobb vésőgépek kosmozgatóját hidraulikus szerkezettel végzik.



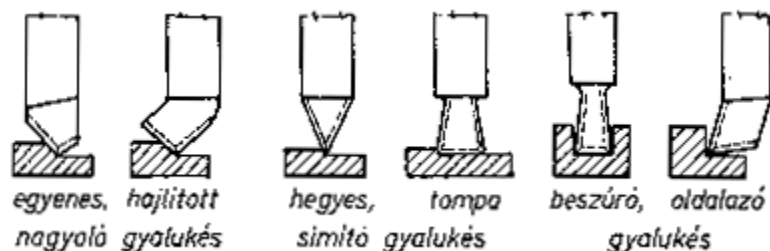
1.62. ábra

A mellékmozgató a kosmozgató mechanizmusról ágazik le. A mellékmozgató működtetése rendszerint vezérlőtárcsával vagy vezérlődobbal történik (1.62. ábra). A forgattyútárcsa tengelyén van az 1 vezérlődob. Ennek önmagába visszatérő hornyába nyúló 2 görgős csap lengeti a forgattyút, amelynek lengőmozgása a 3 függőleges tengelyen és a 4 kúpkérpáron jut el az 5 kilincsműhöz. A kilincsmű a lengőmozgást szakaszos mellékmozgássá alakítja át, amely a 6 előtétengelyen keresztül fogaskerékátvitelleken át jut el a szánokhoz. A szánok a gépi mozgáson kívül kézzel is mozgathatók.

A vésőgépeken úgy kell befogni a munkadarabot, hogy a szerszámnak szabad kifutása legyen, ezért a munkadarabot alátétre helyezik, és ezután végzik el a leszorítást. A kör keresztmetszetű darabokat tokmányba fogva helyezik alátétre. Ha íves felületet, vagy több, egymáshoz képest adott szögben elhelyezkedő alakzatot (pl. hornyot) kell vésni, akkor körasztalra fogják fel a munkadarabot, így elvégezhető a pontos osztás.

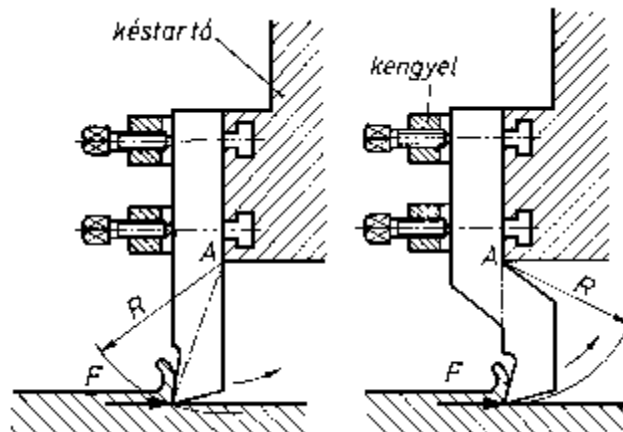
### 1.13.3. A gyalulás és vésés szerszámai

A gyaluláshoz alkalmazott szerszámok szabályos élgeometriájú, egyélű forgácsológések, legtöbbször gyorsacél, ritkábban keményfémlapkával. Gyaluláshoz általában az esztergakések is felhasználhatók. A speciálisan gyaluláshoz készített szerszámok főleg hosszúságukban térnek el az esztergakésektől. A jellegzetes gyalukéseket az 1.63. ábra foglalja össze.



1.63. ábra

A gyalukések kétféle szárkialakítással készülnek: egyenes és könyökös kivitelben (1.64. ábra).



1.64. ábra

A hosszan kinyúló gyalukés a forgácsoló erő hatására kisebb-nagyobb mértékben hátrahajlik. Egyenesszárú kés esetén a szerszámcsúcs előbbre áll, mint az  $A$  forgáspont, ezért a kés  $R$  sugarú elhajlaskor a kör mentén belemetsz a már megmunkált felületbe. Ilyenkor a fogásmélység az eredetileg beállított értéknél nagyobb lesz, ez a kés nagyobb terhelését jelenti, ami tovább növeli a kés elhajlását. Ezt a nem kívánt jelenséget a könyökös szárú kés alkalmazásával elkerülhetjük. Az ilyen kések csúcsa pontosan az  $A$  támasztási pont alá esik, tehát hátrahajlaskor az  $R$  körív mentén nem metsz bele a megmunkált felületbe, ezért csökken

a késre ható erő. Nagyobb forgácsolóerő és egyenlőtlen anyagminőség esetén célszerű könyökös szerszámokat használni, annak ellenére, hogy az ilyen gyalukések drágábbak.

A gyalukések készülhetnek tömör gyorsacélból, tompán hegesztett gyorsacél fejjel, gyorsacéllapkás és keményfémlapkás kivitelben.

A vésőszerszámoknál a kés alsó felülete a homlokfelület, ezen mérhető a homlokszög (l. 1.54. ábra). A vésőkések méretezésekor figyelembe kell venni, hogy a főforgácsoló erő kihajlásra veszi igénybe a kés szárát. Hajlításra a mélyítő erővel kell méretezni a szerszámot. Korlátozó tényező, hogy a vésőkésnek forgácsolás közben el kell férnie a munkadarab furatában. A szerszámfej kialakítását általában a megmunkált felület alakja határozza meg. A késszár merevségének növelésére készítenek betétkéses vésőket is.

#### 1.14. Fúrás, furatbővítés

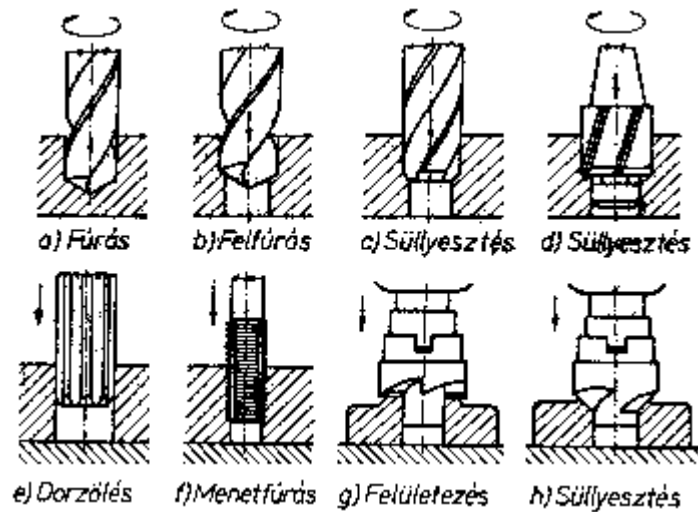
A fúrás és furatbővítés olyan forgácsolási eljárás, amelyben a forgácsolómozgást és az előtolómozgást végezheti a munkadarab is és a szerszám is. A fúrást és furatbővítést többféle szerszámgépen lehet végezni (esztergagép, fúrógép, fúró-marómű stb.). Fúrógépeken a forgácsolómozgást és az előtolómozgást is a szerszám végzi.

A furatokat technológiai szempontból hosszúságuk ( $l$ ) és átmérőjük ( $d$ ) alapján rövid, normál, hosszú és mélyfuratoknak nevezik:

- rövid furat, ha  $l/d \leq 0,5$
- normál furat, ha  $0,5 < l/d \leq 3$
- hosszú furat, ha  $3 < l/d \leq 10$
- mélyfurat, ha  $l/d \geq 10$

A mélyfuratok megmunkálásához különleges szerszámok szükségesek, a többi furattípus legjellegzetesebb megmunkáló szerszáma a csigafúró és a laposfúró.

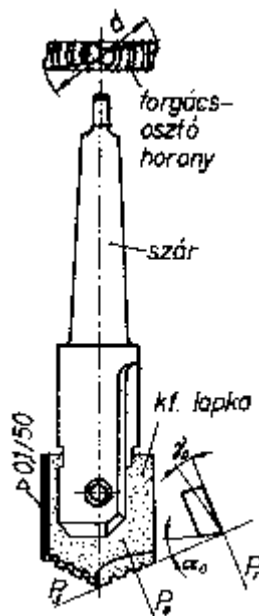
A furatok megmunkálásának két jellegzetes lépése van: fúrás és furatbővítés. Fúrás az a munkafolyamat, amikor tömör anyagba készítünk furatot, furatbővítés pedig az, amikor a már meglévő furatot nagyobb átmérőjű furattá munkálják meg (1.65. ábra).



1.65. ábra

### 1.14.1. A fúrás szerszámai

A korszerű, merev felépítésű revolver- és NC-esztergák nagy teljesítményű fúrószerszáma a laposfúró (1.66. ábra). A keményfémbetét-képek alakja egyszerű, könnyen cserélhető. A használatos átmérőtartomány: 25-128 mm. A szerszámszalag 0,1/50 arányban hátrafelé kúpos.

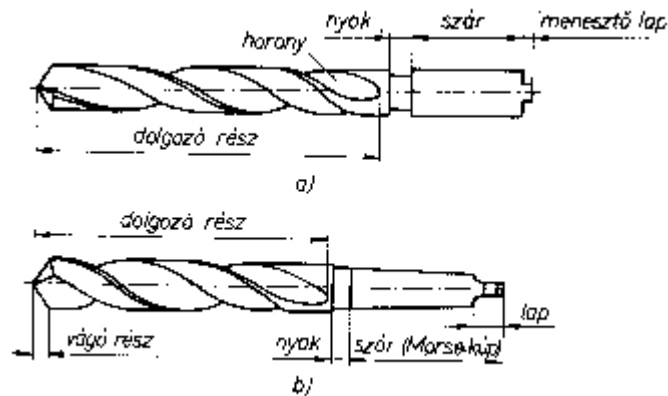


1.66. ábra

A legfontosabb és legelterjedtebb szerszám azonban a csigafúró, amelynek elsődleges feladata a telibefúrás, de alkalmazható furatbővítésre, felfúrásra is.

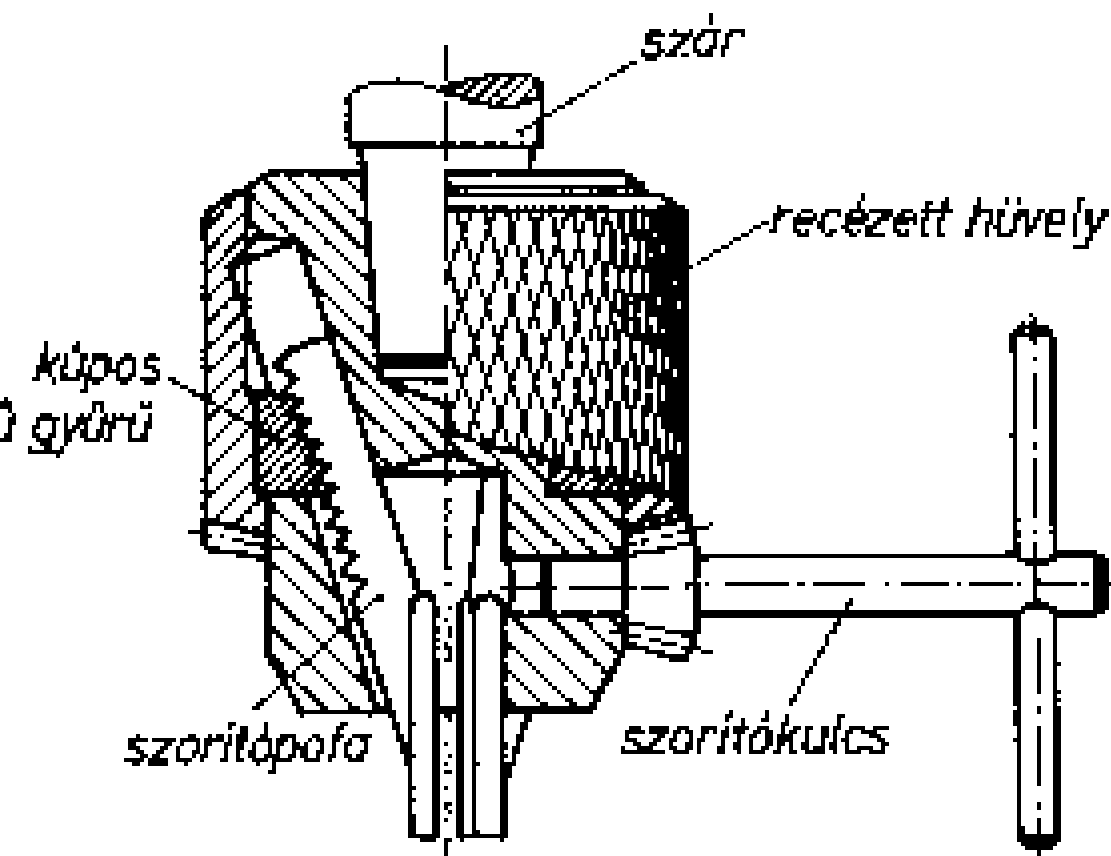
### 1.14.1.1. Csigafúrók

A csigafúró általános felépítése a 1.67. ábrán látható.

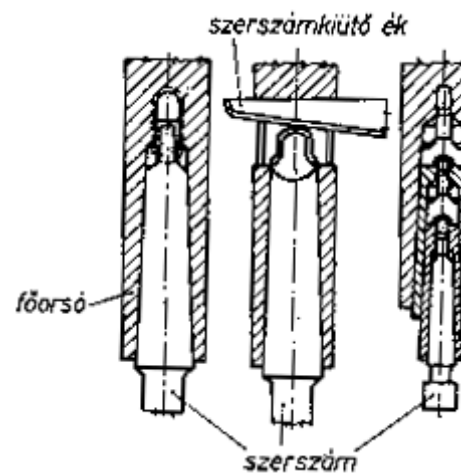


1.67. ábra

A felső ábra a hengeres szárú csigafúrót mutatja, amelyet tokmányba, vagy szorítóhüvelybe kell befogni. Menesztő lap nem minden hengeres szárú csigafúrón található. Hengeres szárral csak 30 mm-nél kisebb átmérőjű csigafúrók készülnek. A fúrótokmányban (1.68. ábra) a szerszámot három, ferde elhelyezésű, egymástól 120°-ra lévő pofa szorítja, amelyeket a szorítókulccsal forgatott és a recézett hüvelybe erősített kúpos menetű gyűrű mozgat lefelé (szorítás), vagy felfelé (lazítás).



1.68. ábra



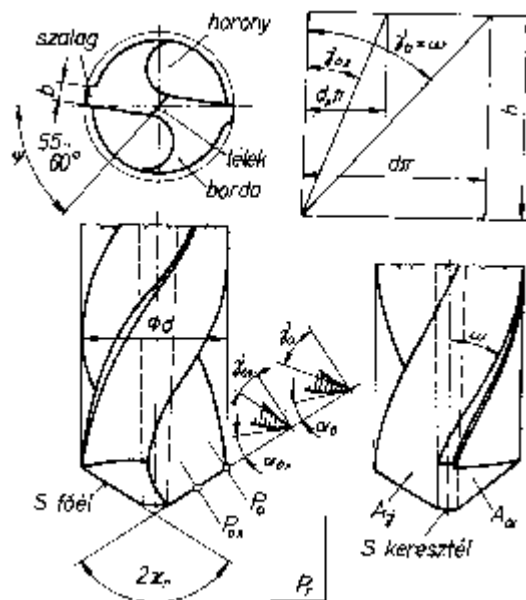
1.69. ábra

A kúpos szárú csigafúrót a fúrógép *Morse*-kúpos furatába lehet befogni, szükség esetén csökkentő kúpos hüvely közbeiktatásával. A fúráshoz szükséges csavarónyomatékot a kúp adja át a lap közreműködése nélkül. A szár végén levő lap feladata az, hogy megakadályozza a csigafúró esetleges elfordulását, és lehetővé teszi a fúrónak a hüvelyből való kiütését (1.69. ábra).

Ha egy furatot több szerszámmal munkálnak készre, a mellékidők (szerszámcserek) csökkentésére gyorsváltó fúrófejet alkalmaznak, amely az orsó leállítása nélküli gyors szerszámcserét tesz lehetővé.

Csigafúrókat 0,1-80 mm közötti átmérőhatárok között gyártanak. Külső átmérőjének illesztése: h8, ennek ellenére a csigafúró legjobb esetben is csak IT12 pontosságú furatokat fúr. Ha a fúrót perselyben vezetjük, IT10-11 pontosság biztosítható. Az átlagos érdesség  $R_a = 25-100 \mu\text{m}$ .

A csigafúró egy olyan hengeres testű, kétélű, szabályos élgeometriájú szerszám, amelynek kúpos hegyén a két főélt úgy alakítják ki, hogy a fúró dolgozó részén két spirálisan végigfutó hornyot marnak ki. A dolgozó rész hosszát a kívánt furatmélység és az újraélezési tartalék figyelembevételével határozzák meg. A fúró hossza befolyásolja, a fúró merevségét, ezért nem szabad indokolatlanul hosszú fúrókat készíteni, illetve használni. A fúrásakor keletkező súrlódás csökkentésére a csigafúró hengeres felületét úgy lemunkálják, hogy csak egy keskeny szalagot hagynak meg. Ez a szalag vezeti a fúrót a furatban, és ezen mérhető a csigafúró átmérője. Ennek érdekében, hogy fúrásakor a dolgozó rész be ne szoruljon a furatba, kúposra kell készíteni. Legnagyobb az átmérő a szerszám forgácsoló részén, a szár felé fokozatosan csökken 1:1000 kúpossággal.



1.70. ábra

A csigafúró forgácsoló részének elemei és a szerszám élgeometriája az 1.70. ábrán látható. A fúró két főélt a keresztél köti össze, amely nagyon kedvezőtlen forgácsolási viszonyok között dolgozik, mert kb. 60°-os negatív homlokszöggel forgácsol, mintegy kaparja az anyagot. Ezzel magyarázható, hogy csigafúróval végzett fúrásakor az előtoló erő csaknem azonos nagyságú a főforgácsoló erővel.

A **forgácsoló főél** a homlok- és hátfelület metszésvonala. A két főél által bezárt szög a csúcsház. Fúráskor a csúcsház szerepe hasonló a  $\kappa$  elhelyezési szög szerepéhez. Helyesen élezett fúrón  $\kappa$  értéke a két élnél azonos, és a két főél is egyenlő egymással. Ellenkező esetben csak az egyik él forgácsol, ezért gyorsan elkopik.

A csigafúrón kialakított **horonyoknak** az a feladata, hogy elvezesse a forgácsot a furatból. Ennek érdekében a horony csavarvonal-szerűen helyezkedik el a szerszámon. A csigafúró tengelye és a szalagél síkba terített vonala által bezárt szög a horonycsavarvonal hajlásszöge ( $\omega$ ). Nagysága befolyásolja a forgácselvezetést, a szerszám szilárdságát és a homlokszöget. A csavarvonal hajlásszöge a

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{D \cdot \pi}{h}$$

összefüggésből számítható, ahol  $h$  a horony emelkedése, azaz a menetemelkedés,  $D$  a fúró átmérője. Az összefüggésből leolvasható, hogy az átmérő csökkenésével az  $\omega$  szög is csökken. A csavarvonal hajlásszögét a szerszám kerületén adják meg.

A **homlokszög** csúcspontja a vágóél vizsgált pontja. Egyik szára a mérés síkjában a homlokfelület csúcsponton átmenő érintője, másik szára a szög csúcspontjából a mérés síkjának és a csigafúró tengelyének metszéspontjához húzott egyenes. A mérés síkja a vágóél vizsgált pontján átmenő és a vágóélre merőleges sík. A csigafúró homloklapja a horony felülete, ezért a homlokszög és a horonycsavarvonal hajlásszöge húzott szoros a kapcsolat. A homlokszög legnagyobb a fúró kerületén és az átmérő csökkenésével csökken. A homlokszöget az él egy tetszőleges pontjában a

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \omega}{\sin \kappa}$$

összefüggéssel lehet meghatározni.

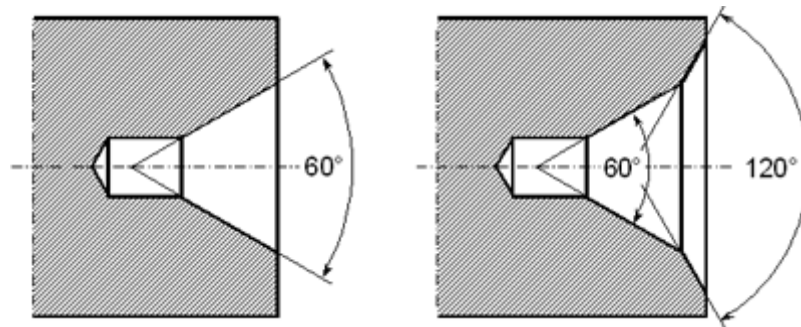
A **hútszög** a fúró kerületétől a középpontja felé haladva növekszik. Ezt azáltal érik el, hogy a fúró hátfelületét nem egyszerűen kúposra köszörülük, mert akkor az előtolómozgás miatt súrlódna a munkadarabon, hanem hátraköszörülük. A hátraköszörülés azt jelenti, hogy a hátfelületet az élekből kiindulva a  $2\kappa$  által meghatározott kúpszögű kúpfelület alá köszörülük.

A **lélek** a fúró tengelyvonala körül elhelyezkedő, a hornyokat belülről érintő képzeletbeli henger. A lélek átmérője tehát azonos a keresztéllal. A lélek átmérőjét szilárdsági okok miatt nem nagyon lehet csökkenteni, pedig a forgácsolási viszony ezt kívánná. Ezért átmeneti megoldásként a lélek átmérőjét a fúró hegyénél a lehető legkisebbre veszik, amely a szár felé folyamatosan növekszik. A fúró lelkét tehát kissé kúposra készítik, ezáltal a képzeletbeli hengerből képzeletbeli kúp lesz.

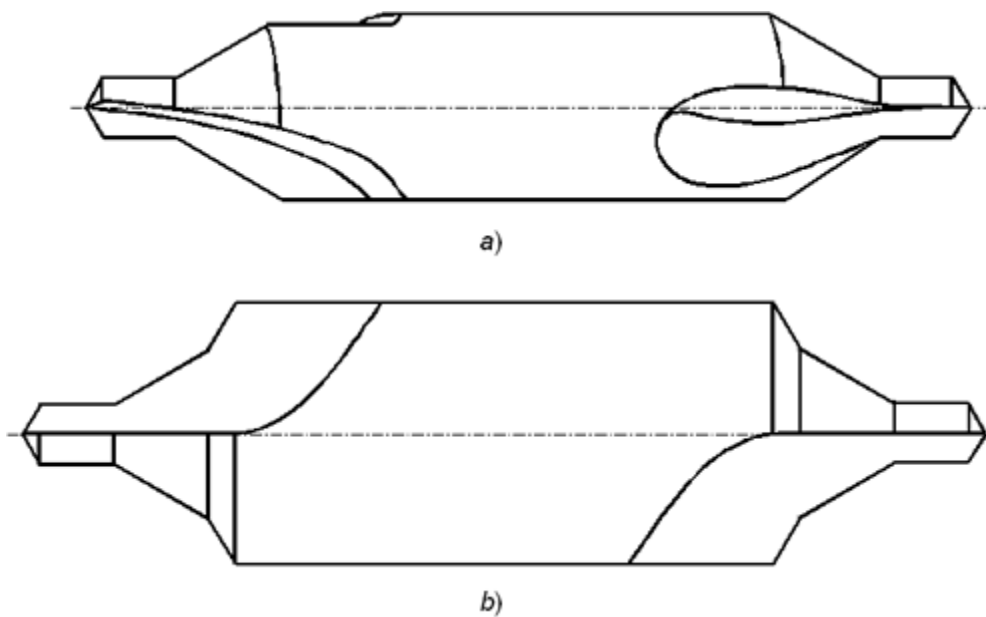
### 1.14.1.2. Központfúrók

Ha a munkadarabot csúcsok közé kell befogni, akkor központfuratokra (csúcsházakra) van szükség (1.71. ábra). Ezeket a furatokat rendszerint szabványos központfúrókkal készítik. A

központfúrók az 1.72. ábrán láthatóan két fő csoportba sorolhatók: központfúró védősüllyesztő nélkül (a) és központfúró védősüllyesztővel (b).



1.71. ábra



1.72. ábra

A védőkúpos központfúró szerszám a  $60^\circ$ -os kúpon kívül még egy rövidebb,  $120^\circ$ -os kúpot is készít. Ez a  $120^\circ$ -os védőkúp a  $60^\circ$ -os központosító kúp külső szélének elverődésétől, sérülésétől védi meg a furatot. A központfúró lényegében a fúró és a kúpsüllyesztő párosításából származó kombinált szerszám.

A központosító furatokat alakhüen és pontosan kell megmunkálni, mert ellenkező esetben a felületi nyomás vagy a kúpfelületen, vagy a csúcson nagyon megnő, ami berágódáshoz vezethet. Fontos a kitámasztó csúc és a központosító furat kúpfelületének pontos illeszkedése, azonos kúpszöge és egytengelyűsége.

### 1.14.2. A furatbővítés szerszámai

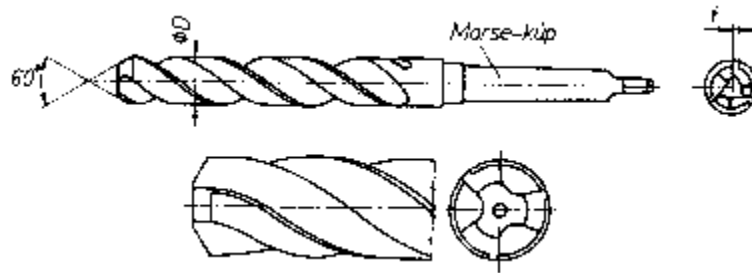
A furatbővítés szerszámai a süllyesztők, a fúrórudak és a dörzsáruk. Ezek közül a dörzsáruk kizárólag befejező megmunkáláshoz valók.



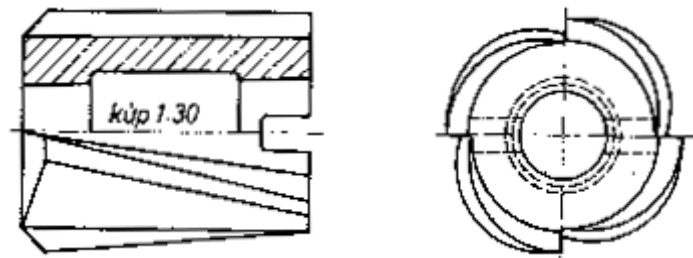
### 1.14.2.1. Süllyesztők

A süllyesztők főbb típusai a csigasüllyesztő, a kúpsüllyesztő és csapos süllyesztő.

A **csigasüllyesztő** a csigafúrónál merevebb háromélű szerszám, amelynek nincs keresztéle, ezért a furatbővítést nagyobb anyagleválasztási sebességgel végzi, mint a fúró (1.73. ábra). Kúpos szárú hengeres szerszám, tömör kivitelben 8-50 mm-ig, felfűzhető kivitelben, négy éllel 20-100 mm átmérővel gyártják (1.74. ábra).



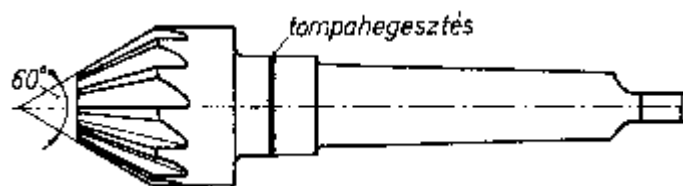
1.73. ábra



1.74. ábra

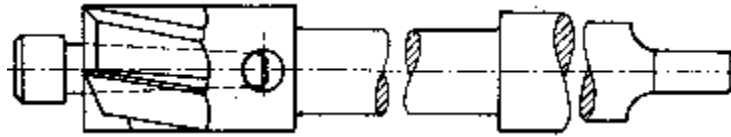
Nagy furatok készítésekor minden esetben célszerű kis átmérőjű csigafúróval elvégezni a telibefúrást, majd az átmérőt csigasüllyesztővel kell a kívánt méretre bővíteni. A csigasüllyesztőnek nincs csúcsa, az elején van egy 60°-os vágókúp, ezután következik a hengeres dolgozó rész, amelynek átmérője kb. 0,1 mm/100 mm-t csökken a szár felé. A szalagél emelkedési szöge 10-25°.

A **kúpsüllyesztő**ket csúcsfuratok és kúpos csavarfejfészkek készítésére használják (1.75. ábra). A szabványos kúpos süllyesztők 45, 60, 75, 90 és 120° kúpnylásszöggel készülő többélű szerszámok, előfúrt furatok bővítésére. Homlokszögük  $\gamma = 0$ .



1.75. ábra

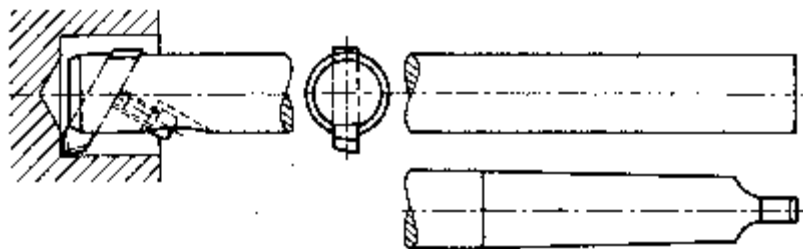
A **csapos süllyesztőt** (fejsüllyesztőt) hengeres csavarfejek fészkeinek a készítéséhez használják (1.76. ábra). Négyélű szerszám. A vezetőcsap a süllyesztés egytengelyűségét biztosítja a kisebb furattal. Készül kúpos kialakítású vezetőcsapos süllyesztő is süllyesztett fejú csavarok fészkei számára.



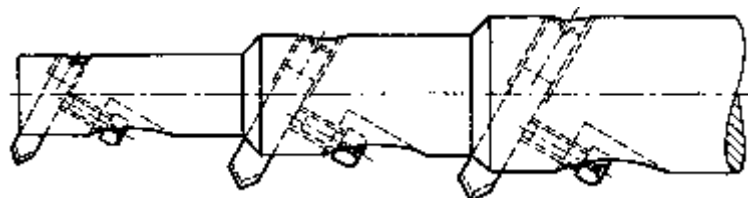
1.76. ábra

### 1.14.2.2. Fúrórudak

Elterjedt furatbővítő szerszámok az egyélű furatkések és a változatos kivitelű fúrórudak, amelyeket főleg vízszintes fúró-maró műveken, de más szerszámgépeken is gyakran alkalmaznak. A fúrórudak állandó átmérőjű, vagy lépcsős furatok megmunkálására is alkalmasak. A készítendő furat a tőréstől függően a kések rögzítése, utánállítása különböző szerkezeti megoldásokkal lehetséges. Durva méretpontosság esetén megfelel az egyszerű szorítású betétkés (1.77. ábra). Pontosabb késbeállításhoz beállítócsavart és szorítócsavart alkalmaznak. Az 1.78. ábra lépcsős furatok előállítására alkalmas többkéses fúrórudat szemléltet. A kések egyszerű állítócsavarral utánállíthatók. A furatok helyzetpontossága jobb, ha a fúrórudat az elején, a hátsó részén, vagy egyidejűleg mindkét végén fúróperselyben vezetik). Simító fúráshoz a pontos mérettartás érdekében kétélű betétkést használnak, amelyet ékkel rögzítenek a fúrórúd áttörésében. A kétélű betétkések élleinek a fúrórúd tengelyére szimmetrikusan kell elhelyezkedniük.



1.77. ábra

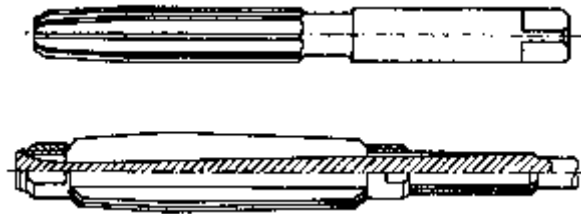


1.78. ábra

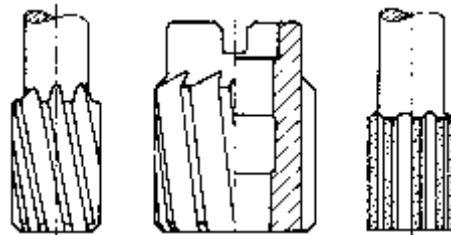
### 1.14.2.3. Dörzsárak

A dörzsárok gondos kezelést igénylő, befejező megmunkáló többélű szerszámok. Általában IT7 pontosságú,  $R_a = 0,8-3,2 \mu\text{m}$  átlagos érdességű a dörzsölt furat. Pontos élezésű szerszámmal, gondos munkával elérhető az IT6 pontosság is. Szükség esetén a dörzsölést két lépésben kell elvégezni, nagyoló és simító dörzsárral. A forgó főmozgást kézzel vagy géppel lehet biztosítani. Ennek megfelelően van kézi és gépi dörzsár. A dörzsár ún. önvezető szerszám. A vágókúp kis nyílásszöge miatt a sugárirányú erőkomponensek olyan nagyok, hogy a dörzsárat az előfurat tengelyvonalába kényszerítik beállni. A dörzsár mindig követi az előfurat irányát és helyzetét. Ezért szokás gépi dörzsöléskor a szerszámot csuklósan befogni a gépbe, hogy a dörzsár beállhasson az előfurat tengelyirányába.

A 1.79. ábrán kézi dörzsárok, a 1.80. ábrán gépi dörzsárok láthatók.

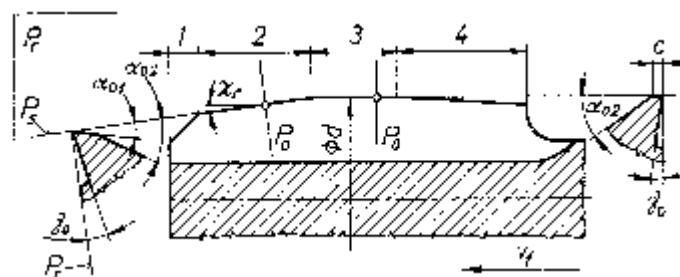


1.79. ábra



1.80. ábra

A dörzsárok általános élgeometriáját az 1.81. ábra szemlélteti.



1.81. ábra

A dörzsárok dolgozó részének főbb elemei:

1. bekezdő kúp ( $45^\circ$ ) - bevezeti a szerszámot
2. forgácsoló kúp - forgácsol
3. vezető rész - méretet biztosít (kalibrál)
4. hátsó kúp - a beszorulást akadályozza meg.

A forgácsoló kúpon a főél elhelyezési szöge:

- kézi dörzsáron  $\kappa = 30-40^\circ$
- rövidkúpos gépi dörzsáron  $\kappa = 15-45^\circ$
- hosszúkúpos gépi dörzsáron  $\kappa = 4-5^\circ$

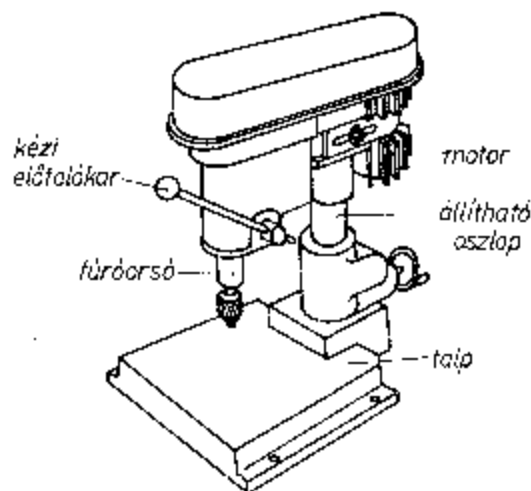
A vezetőrészen 0,1-0,2 mm széles élszalagot képeznek ki, a forgácsoló kúpon nincs élszalag.

### 1.14.3. Fúrógépek

A fúrógépek megfelelően kialakított szerszámmal tömör anyagba végzett fúrásra, előfúrt, előöntött, előkovácsolt, vagy előlyukasztott furatok bővítésére, illetve alakos furatok megmunkálására alkalmasak egyedi és sorozatgyártásban. A fúrógépek jellemzője, hogy a forgácsoló mozgást (forgó mozgás) és az előtolómozgást is a gép orsójába fogott szerszám végzi. Szerkezeti felépítésük szerint lehetnek egy- és többsörös fúrógépek, fúróművek és különleges fúrógépek.

#### 1.14.3.1. Asztali fúrógépek

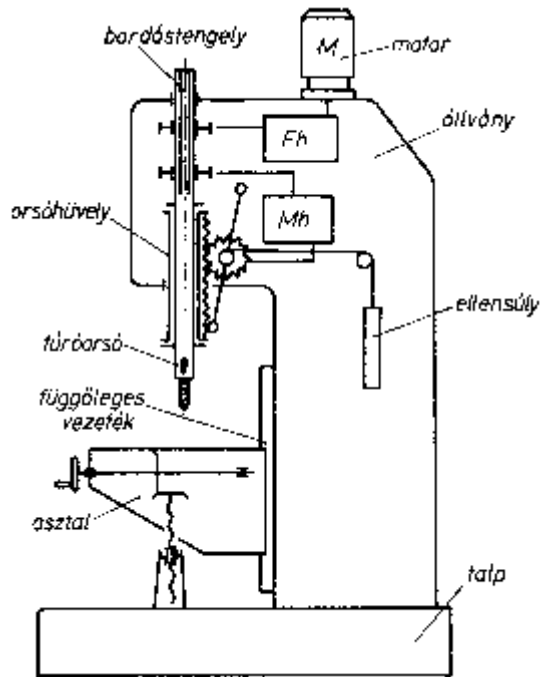
Az asztali fúrógépek egyszerű szerkezeti felépítésű gépek, maximum 10-15 mm átmérőjű furatok készítéséhez alkalmasak kézi előtolással (1.82. ábra). A főhajtómű ékszíjtárcsás fokozathajtómű (3 vagy 4 fokozattal). Az egyes fokozatokat úgy lehet beállítani, hogy az ékszíjat a kívánt fordulatszámmal megfelelő átmérőjű tengelyrészre helyezik át. Mivel az előtolás kézi, mellékhajtómű nincs. Kézi előtoláskor az előtoló kar tengelyén lévő fogaskerék elfordul, és függőleges irányban elmozdítja az orsóhüvelyhez rögzített fogaslécet. Az előtoló kar elengedésekor a fúróorsót rugó vagy súlyterhelés viszi vissza eredeti helyzetébe. A munkadarabot közvetlenül az asztalra-, esetleg alátétre helyezve, vagy gépsatuba fogva fúrják. A fúrónyomatékot  $d < 10$  mm esetén kézzel lehet ellensúlyozni. Lemezszerű darabokat a baleset elkerülése érdekében készülékbe kell befogni. Ugyanez vonatkozik a 10 mm-nél nagyobb átmérőjű furatok fúrására is.



1.82. ábra

### 1.14.3.2. Állványos fűrógépek

Az állványos fűrógépek közepes és nagyobb méretű munkadarabok fúrására alkalmasak, 40-60 mm maximális furatátmérőig (1.83. ábra).



1.83. ábra

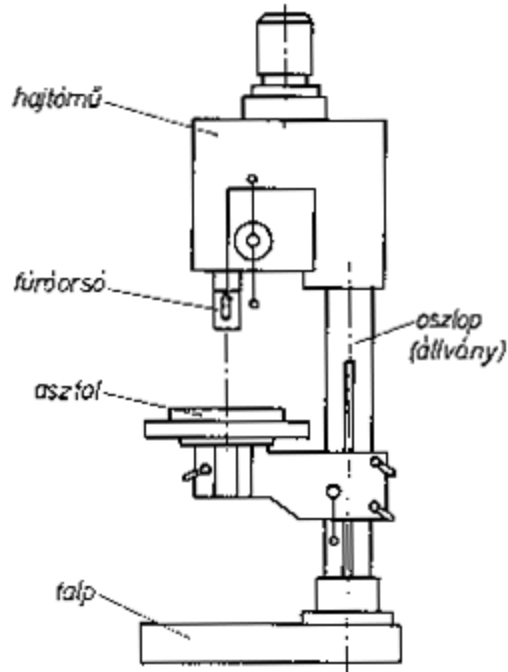
Az üreges alaplapban van a hűtő-kenő folyadék. Az állvány négyzet keresztmetszetű üreges öntvény. Ebben helyezik el a főhajtóművet (*Fh*), a mellékhajtóművet (*Mh*), az orsóhüvelyt a fűrőorsóval és az ellensúlyt. Az állvány mellső részén van a fecskefarok-alakú függőleges vezetőék, ezen csúszik a konzolos kiképzésű asztal. Az asztal magassági irányban állítható és tetszés szerinti helyzetben rögzíthető. T-alakú hornyaiban rögzíthető a munkadarab vagy a készülék.

A főhajtómű fogaskerekes fokozathajtómű, amely a motortól kapott forgómozgást módosítja, és az orsóhüvelyen keresztül a főorsónak továbbítja. A mellékhajtómű ugyancsak fogaskerekes fokozathajtómű, amely a főhajtásról levezetett forgómozgást lelassítja, és a fogaslécen keresztül a fűrőorsónak továbbítja. A legtöbb gépen furatmélység-határoló berendezés is van, amely a kívánt mélység elérésekor automatikusan kikapcsolja az előtolást.

### 1.14.3.3. Oszlopos fűrógépek

Az oszlopos fűrógépeken közepes nagyságú munkadarabok fúrhatók max. 40 mm furatátmérőig. Szerkezeti felépítése gyakorlatilag megegyezik az állványos fűrógéppel (1.84. ábra). A gép állványa az oszlop, amely egy vastag falú cső. Ezen állítható függőleges irányban a konzolos asztal, amely a függőleges tengely körül elfordítható és tetszés szerinti helyzetben rögzíthető. A kör alakú asztal felfogólapja excentrikus a konzol furatába

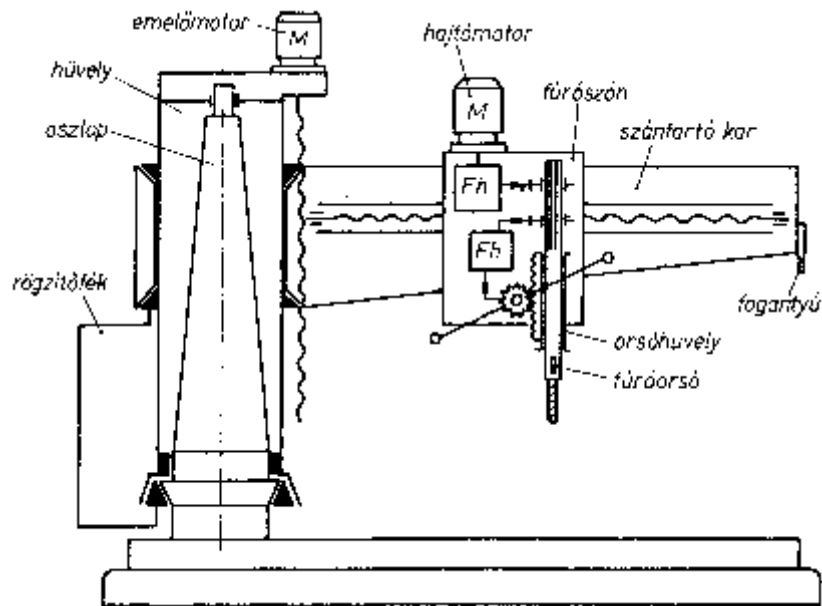
illeszkedő csaphoz képest, ami a munkadarab finomabb beállítását teszi lehetővé. Beállítás után az asztalt és a konzolt is rögzíteni kell. Az egyszerűbb és kisebb méretű oszlopos fúrógépek fő- és mellékhajtóműve ékszíjtárcsás fokozathajtómű, a nagyobb gépek fogaskerekes hajtásúak, Az oszlopos fúrógépek kisebb merevségűek mint az állványos kivitelűek.



1.84. ábra

#### 1.14.3.4. Sugárfúrógépek

A gépgyárakban leggyakrabban használt fúrógépek, amelyek közepes és nagyméretű munkadarabok furatainak az elkészítésére alkalmasak egyedi- és sorozatgyártásban (1.85. ábra).

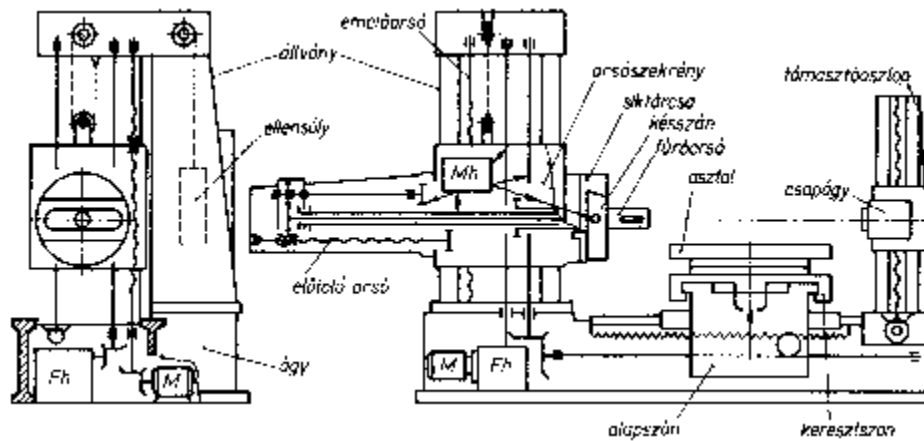


1.85. ábra

Az alaplapban van a hűtő-kenő folyadék. Felső részén hosszanti T-hornyok vannak az asztal, ill. a nagyméretű munkadarabok lefogásához. Az alaplapra csavarozzák az oszlopot, erre csapágyazzák a hüvelyt, amely a függőleges tengely körül elforgatható. A hüvelyhez illeszkedik a szántartó kar (konzol), amely magassági irányban külön emelőmotorral mozgatható. A konzol mellső részén csúszik a fűrészán, amely fogaskerék és fogasléc segítségével mozgatható, és tetszés szerinti helyzetben rögzíthető. A fűrészánba építik a fő- és mellékajtóművet és az orsóhüvelyt a főorsóval. A hajtóművek fogaskerekes fokozathajtóművek. Minden sugárfűrőgépen van furatmélység-beállító szerkezet is.

#### 1.14.3.5. Vízszintes fűrőművek

Az egyedi gépgyártás nélkülözhetetlen, egyetemes szerszámgépei a vízszintes fűrőművek, mert velük több művelet végezhető egy időben, vagy egymás után dolgozó szerszámokkal. A leggyakrabban előforduló műveletek: fúrás, felfúrás, süllyesztés, dörzsárazás, furatesztergálás, beszúrás, oldalazás sík és alakos felületek, lépcsők és hornyok marása. Az elérhető pontosság század milliméteres nagyságrendű. A vízszintes fűrőművek különösen alkalmasak nagyméretű gépalkatrészek megmunkálására. Szerkezeti felépítésüket tekintve állóoszlopos mozgóasztalú és mozgóoszlopos állóasztalú kivitelűek lehetnek. Sokoldalúbb és elterjedtebb az állóoszlopos fűrőmű (1.86. ábra).



1.86. ábra

A jegyzet elejére

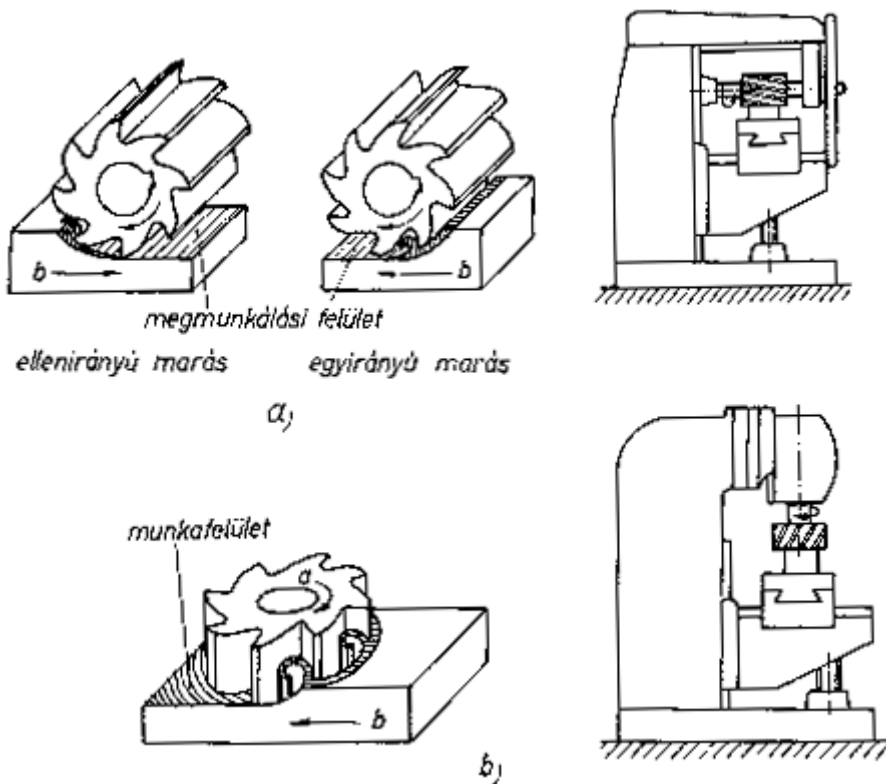
Az oldal elejére

A következő oldalra

Dr. Szabó László: *Forgácsolás, hegesztés*  
Miskolc, 2000 © Szabó László

### 1.15. Marás

A marás szabályosan többelű forgácsoló szerszámmal végzett megmunkálási eljárás. A forgó főmozgást mindig a marószerszám, az előtoló mellékmozgást vagy a munkadarab, vagy a szerszám végzi. A marásnak két alapeljárása van: *palástmarás* (a) és *homlokmarás* (b) (1.87. ábra).





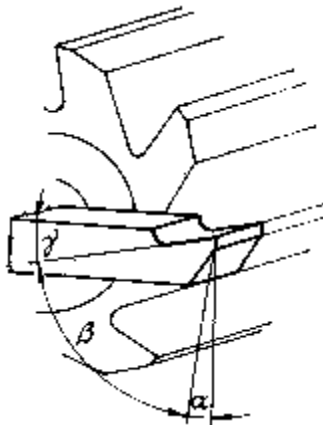
## 1.87. ábra

### 1.15.1. Palástarás

Palástmaráskor a forgácsoló főmozgást a szerszám, az előtoló mellékmozgást a munkadarab végzi. A marótengely párhuzamos a megmunkált felülettel. Palástmarással síkfelületek, hornyok és alakos felületek készíthetők. Pontossága nagyoláskor: IT11-13, simításkor: IT9-10. Az érdesség nagyoláskor:  $R_a = 25-100 \mu\text{m}$ , simításkor  $R_a = 6,3-12,5 \mu\text{m}$ .

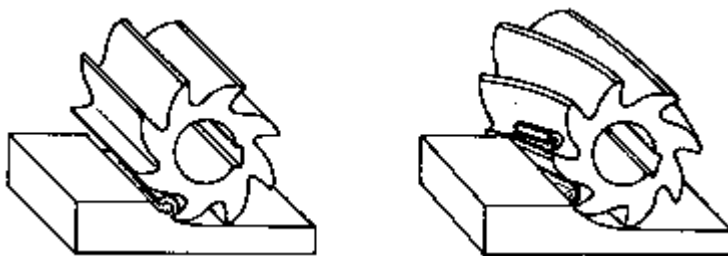
#### 1.15.1.1. A palástarás szerszámai

A palástmarók szabályos élgeometriájú, többélű szerszámok. Hengeres testből és annak felületén elhelyezett annyi "esztergakésből" származtathatók, ahány foga van a marónak (1.88. ábra). Kemény anyagokhoz sűrű, lágyabb anyagokhoz ritkább fogú marókat alkalmaznak. Könnyűfémeket egészen ritkafogú maróval lehet megmunkálni.



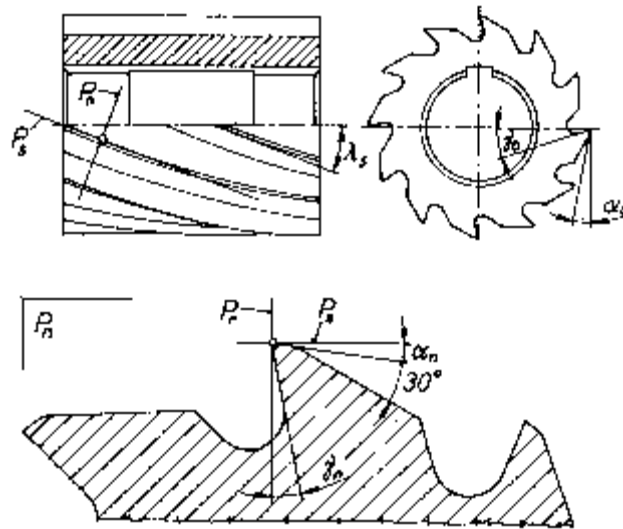
1.88. ábra

A palástmaró élei a marótest palástján a tengellyel párhuzamosan, vagy ferdén, csavarvonal szerint helyezkednek el, E szerint beszélünk egyenes élű és csavart élű (ferde fogazású) palástmarókról (1.89. ábra). Ezek a szerszámok főleg síkfelületek megmunkálására alkalmasak.



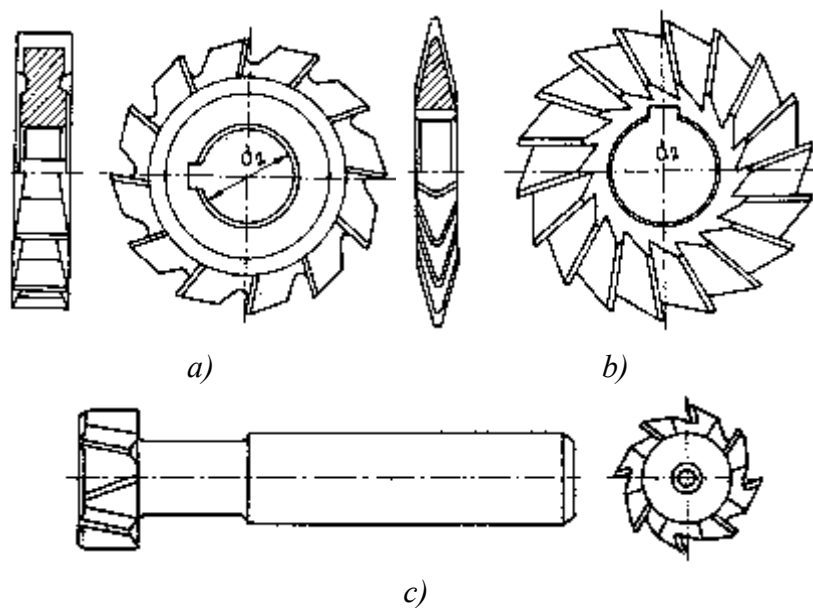
1.89. ábra

A fogárok és a 30°-os foghát két műveletben marással készül. A homloklapot és a hátlapot edzés után köszörülük, az előírt  $\alpha$  és  $\gamma$  szögek betartásával (1.90. ábra).



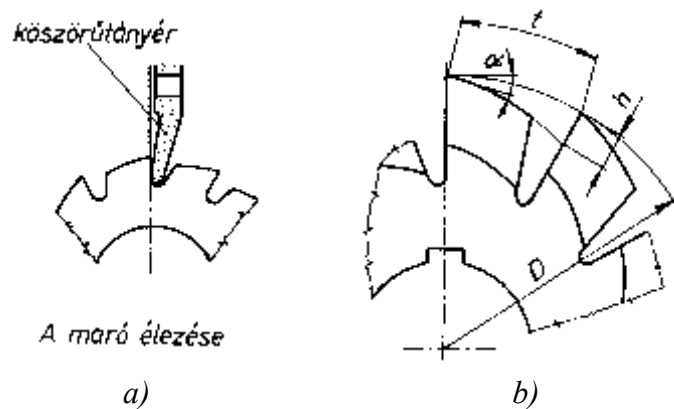
1.90. ábra

A szabványos palástmarók 40-150 mm átmérőhatárok között készülnek, és ferde élűek. Széles felületek (100-250 mm) marásához több palástmaróból álló összetett palástmarót alkalmaznak. A palástmarók lehetnek tömör vagy szerelt (lapkás) kivitelűek. Hornyok marásához tárcsamarókat használnak (1.91/a. ábra). A tárcsamarók ( $d = 40-180$  mm) keskeny homlokpálástmarók, mindkét oldalukon vannak forgácsoló élek. Lehetnek egyenes és ferde élűek, tömör és szerelt (lapkás) kivitelűek. A kis átmérőjű tárcsamarókat száras kivitelben készítik. Az ilyen marót alakja miatt T-horonymarónak nevezik (b). Az idommarók hornyok, vezetékek, különféle fogárkok megmunkálására alkalmasak. Gyakran használt típusok ebből a csoportból a különféle szögmarók, amelyek lehetnek szimmetrikus (c), vagy aszimmetrikus kivitelűek. Keskeny tárcsamarónak tekinthetők a fűrész tárcsák ( $d = 25-315$  mm), és a körfűrészek ( $d = 315-1250$  mm) is.



1.91. ábra

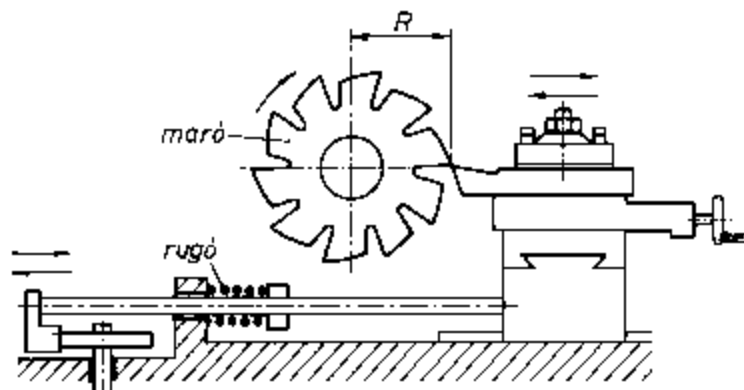
Az olyan idommarók fogait, amelyek szelvényének alkotója nem egyenes, hanem valamilyen görbe, nem marással, hanem ún. hátraesztergálással készítik. Ezek a hátraesztergált marók. Ha a marással készített idommarók élei elkopnak, és élezésre szorulnak, köszörüléskor legtöbbször megváltozik a szelvény alakja. A hátraesztergált marók ezt a hátrányt kiküszöbölik. Az ilyen marók többszöri utánköszörülést követően is megtartják a szelvény eredeti alakját, csak, a maró átmérője csökken (1.92. ábra).



1.92. ábra

Hátraesztergáláskor a maró fogainak a szelvényét archimédeszi spirál szerint esztergálják hátra. Az ábra jelölései szerint  $h$  a hátraesztergálás mértéke, vagyis ennyit mozdul el sugárirányban az esztergakés, miközben a maró egy  $t$  fogosztásnyit elfordul.

A hátraesztergálás vázlatát az 1.93. ábrán mutatjuk be. A marót az eszterga tokmányába fogják, és egyenletes sebességgel forgatják, miközben az esztergakést sugárirányban (az esztergakés tengelyének irányában  $h$ -val) elmozdítják. Minden egyes fog megmunkálása után az esztergakést gyorsan vissza kell vinni kiinduló helyzetébe. Ezt a mozgást rügő biztosítja. Az esztergakést forgácsolás közben egy vezérlőtárcsa húzza befelé, amely a maró egy fordulata alatt annyit fordul, ahány foga van a marónak.



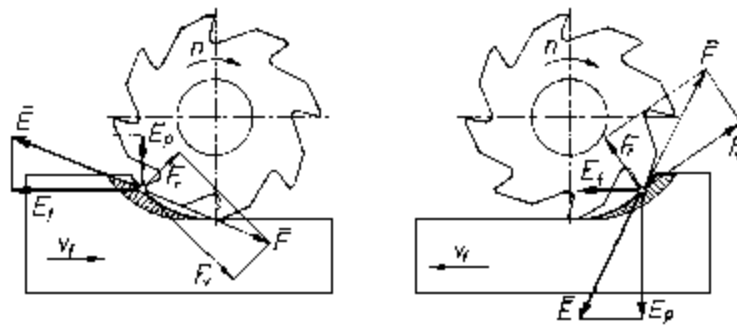
1.93. ábra

A marószerszámok hát- és homloklfelületükön kopnak. Nagyon fontos, hogy a marókat időben újraélezzék, mert a túlkopott marófog könnyen kicsorbul. A csorbult, kitört fogú marót szabatosan újraélezni már nem lehet.

A palástmarók anyaga általában gyorsacél, ritkábban keményfém. Újabban a forrasztott lapkák helyett egyre gyakrabban váltólapkákat alkalmaznak.

### 1.15.1.2. A palásttarás forgácsolási viszonyai

A palástmarásnak két fajtája van: ellenirányú marás és egyirányú marás (1.94. ábra).



1.94. ábra

**Ellenirányú maráskor** az  $E_f$  komponens ellentétes értelmű  $v_f$ -vel, ezért az asztalmazgatás játéka szempontjából nincs káros hatása. Az  $E_p$  komponens viszont a munkadarabot fel akarja emelni, ezért nem eléggé merev befogáskor a munkadarab rezgésbe jöhet. Belépéskor a szerszám éle megcsúszik a munkadarab felületén, mivel "nulla forgácsvastagság" mellett kezd forgácsolni. Ez az elcsúszás az él gyors kopását okozza.

**Egyirányú maráskor** az  $E_f$  komponens megegyező értelmű  $v_f$ -vel, és a munkadarabot az asztalmazgatás játékanak megfelelően előretolja. Így a következő fogra nagyobb terhelés jut, ami rezgések vagy fogtörés okozója lehet. Az  $E_p$  komponens a darabot az asztalra szorítja. Belépéskor a szerszám nem csúszik meg, ezért kevésbé kopik. Egyirányú marást csak játégmentes asztalmazgatás mellett lehet alkalmazni. Ilyenkor az anyagleválasztás sebessége 50-70 %-kal nagyobb, mint ellenirányú maráskor.

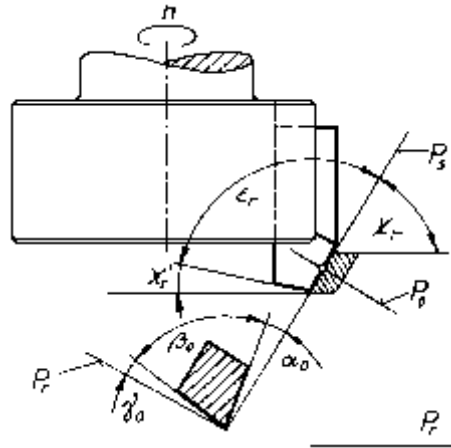
Palástmaráskor a leválasztott forgács vessző (kard, bajusz) alakú. Az erőszámításhoz - a forgács változó keresztmetszete miatt - a közepes forgácsvastagság ismerete szükséges.

### 1.15.2. Homlokmarás

Homlokmaráskor a forgácsoló főmozgást a szerszám, az előtolómozgást a munkadarab végzi. A maró tengelye merőleges a megmunkált felületre. Homlokmarással sík felületek készíthetők. Az elérhető pontosság nagyoláskor: IT10-12, az érdesség:  $R_a = 12,5-100 \mu\text{m}$ . Simításkor a pontosság: IT8-9, az érdesség:  $R_a = 3,2-12,5 \mu\text{m}$ .

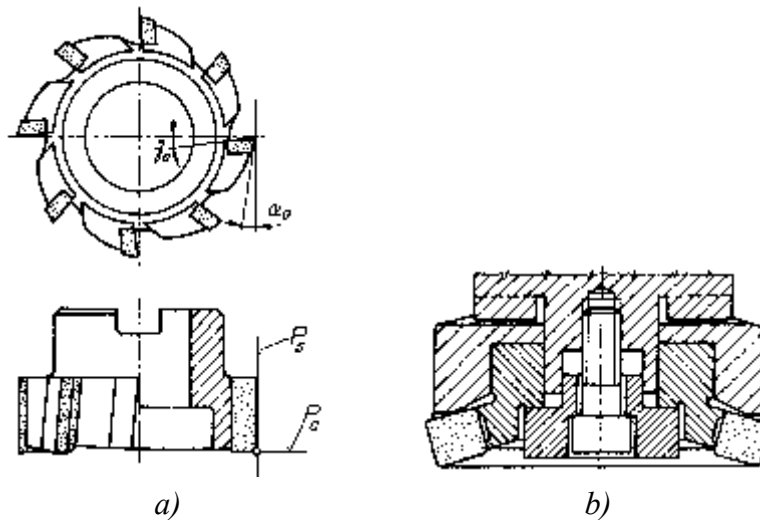
#### 1.15.2.1. A homlokmarás szerszámjai

A nagy teljesítményű homlokmarók - más szóval marófejek - betétkéses vagy betétlapkás kivitelűek. A betétkéses homlokmaró élgeometriájának a vázlatja az 1.95. ábrán látható. Az áttekintés megkönnyítése érdekében az ábrán csak egyetlen betétkést rajzoltunk meg. A szerszámsíkok és az élszögek értelmezése az egyélű szerszámok ismertetésekor leírtakkal azonos. A homlokmarók homlokélei rendszerint palásttélben folytatódnak.

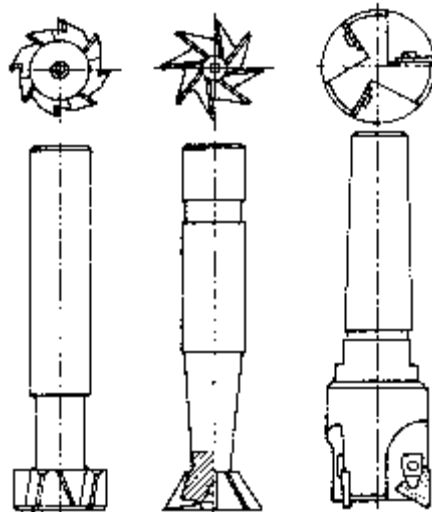


1.95. ábra

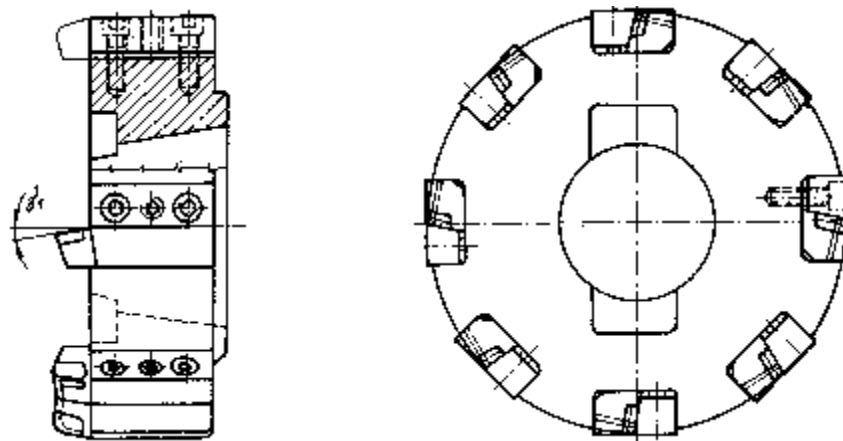
Nagy teljesítményű, korszerű, forrasztott kivitelű keményfémlapkás szerszámot mutat az 1.96/a. ábra. A b) ábrán egy váltólapkás homlokmaró metszete látható. Néhány jellemző szármarót szemléltet az 1.97. ábra. Egy nyolc betétkéses marófejét mutat az 1.98. ábra. A kések felerősítését csavarral behúzott ékkel oldják meg. Használatos még az önzáró lejtős ékkel, vagy kúpos szeggel való beerősítés sokféle változata is.



1.96. ábra



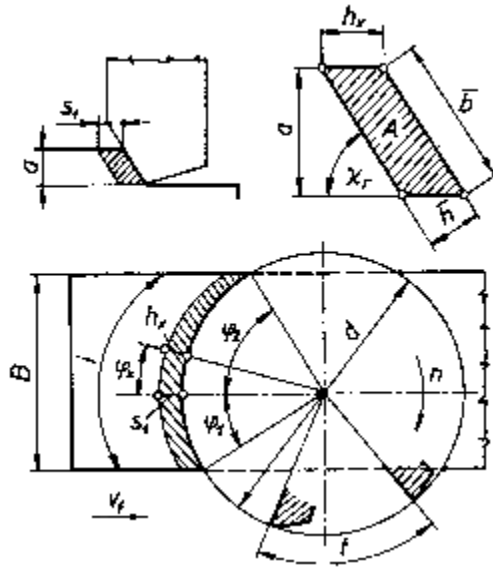
1.97. ábra



1.98. ábra

### 1.15.2.2. A homlokmarás forgácsolási viszonyai

A homlokmarás forgácsolási viszonyait az *1.99. ábra* szemlélteti. A forgácskeresztmetszet a forgácsleválasztási ív mentén változó: legkisebb a belépés vagy kilépés helyén, legnagyobb a marótengely előtolás irányába eső szimmetriasíkában. Itt jelentkezik az egy fogra eső előtolás ( $s_1$ ), ami a homlokmarás fontos forgácsolási jellemzője. Mivel homlokmaráskor a forgácskeresztmetszet változó, az erő- és teljesítményszámításhoz ismerni kell a közepes forgácsvastagságot.



1.99. ábra

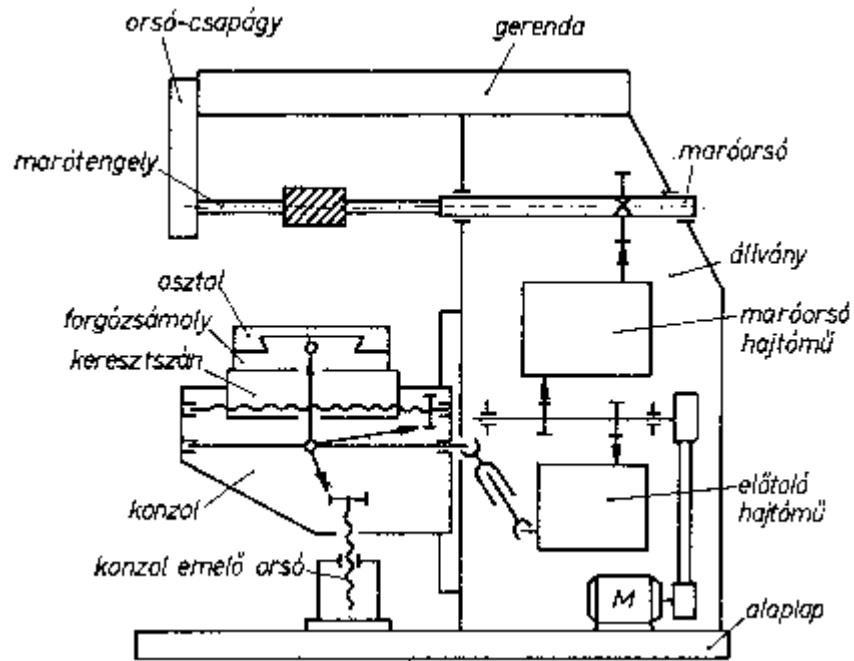
### 1.15.3 Marógépek

A marógépek sík és alakos felületek, valamint ezek kombinációinak előállítására használhatók. Termelékenységük általában nagyobb, pontosságuk jobb, mint a hasonló feladatok ellátására szolgáló gyalugépeké, és bonyolultabb alakzatok készítésére is alkalmasak. A marószerszámok befogása és forgatása (főmozgás) a speciálisan kiképzett maróorsóval történik. A maróorsó helyzete vízszintes és függőleges lehet. A mellémozgásokat általában a munkadarab végzi szánrendszerek segítségével. A mellémozgások egyenes vonalú vagy forgómozgások lehetnek.

A marógépek a rajtuk végzendő feladatok szerint specializálódtak. Megkülönböztetünk konzolos, sík-, másoló, menet-, fogazó és különleges marógépeket, valamint maró egységeket. Ezeken belül tovább csoportosíthatók a gépek. A továbbiakban csak a legáltalánosabban elterjedt típusokkal foglalkozunk.

#### 1.15.3.1. Egyetemes marógép

Az egyetemes marógép a konzolos marógépek csoportjába tartozik (1.100. ábra). A maróorsó vízszintes elhelyezésű. A maróorsóba befogott marótengely végét a gerendán elhelyezett állítható helyzetű orsócsapágy (bak) támasztja meg. A maróorsó rendszerint furatos, hogy a szerszám vagy a marótengely behúzó csavarja átfűzhető legyen. Csapágyazása általában görgős, de lehet osztatlan, kúpos kiképzésű siklócsapágy is.



1.100. ábra

Az állvány merev, üreges kiképzésű, benne helyezik el a többfokozatú maróorsó-hajtóművet (régi típusú gépeken az előtoló hajtóművet is). Az újabb gyártású egyetemes marógépek előtoló-hajtóművét a szánrendszerbe építik be. A konzol az állvány homloklapján lévő sík vezetéken csúszik, és a konzolemelő orsóval függőleges irányban mozgatható. A konzol felső részén kialakított vezetékben mozog az asztalt hordó keresztcszár. A keresztcszánon van a forgósámoly, amely az asztalnak a függőleges tengely körüli  $\pm 30^\circ$ -os elfordulását teszi lehetővé. Az asztal vagy hossz-szán ennek a vezetékén csúszik, így a munkadarab mindhárom koordináta irányában mozgatható. A konzol és a szánok megmunkálás közben a rezgések elkerülésére rögzíthetők, és szélső helyzetük ütközők (végálláskapcsoló) segítségével behatárolható, a vezetékeiken a kopás betétlécekkel utánállítható.

Az asztal felső részét sík lapnak képezik ki, amelyen T-hornyok vannak a munkadarab vagy a készülékek (gépsatu, osztófej, szegnyereg stb.) felfogására. Az asztal mellső homloklapján található T-horony az ütközők vezetésére és felerősítésére szolgál.

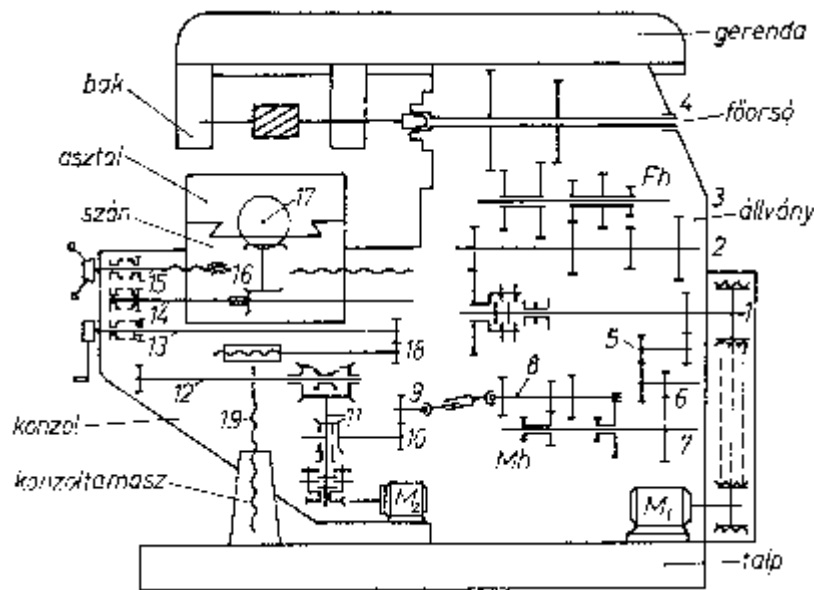
Az egyetemes marógép függőleges tengelyű marófejjel is felszerelhető. Ilyenkor az eredeti maróorsó végére kúpkerék kerül, a függőleges fejet az állvány homlokvezetésére erősítik. A maróorsó ekkor függőleges, de a vízszintes tengely körül  $\pm 45^\circ$ -ban dönthető is, és kézi előtolással tengelyével párhuzamosan mozgatható. Az ilyen marófej alkalmazásakor a gerendát hátra kell tolni.

A marógépeket mindig el kell látni bő folyadékszállítású hűtő-kenőrendszerrel és jó asztali világítással.

### 1.15.3.2. Vízszintes marógép



Az 1.101. ábra egy kétmotoros vízszintes marógép kinematikai vázlatát szemlélteti. Az  $M_1$  jelzésű motorról ékszíjhajtással tengelykapcsolón és fogaskerék-áttételen keresztül jut el a nyomaték a maróorsóra.



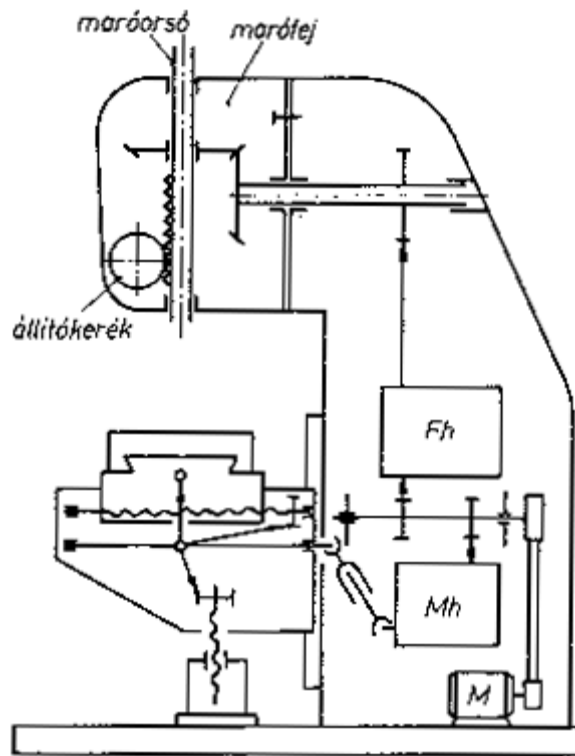
1.101. ábra

A mellékajtómű független hajtású, vagyis nem függ a főorsó fordulatszámától. Ezt úgy érik el, hogy a mellékajtást még a főorsó tengelykapcsolója előtt ágaztatják le az 1 jelű, ékszíjjal hajtott tengelyről. A mellékmozgások az  $M_2$  motorról is levehetők (gyorsjárat) a 11 jelű tengelyre szerelt súrlódó tengelykapcsoló segítségével. Ha ezt bekapcsolják, akkor a 11 tengelyen lévő alsó kúpfogaskerék üresen forog, mert nincs felékelve a tengelyre.

A vízszintes marógép csak abban különbözik az egytetemes marógéptől, hogy az asztal elforgatását biztosító forgószámoly nincs a gépen. Így spirális felületek (pl. csigafúró hornya) nem készíthetők. Ezen kívül nem lehet rájuk függőleges fejet sem felszerelni. Vízszintes marógépeket ma már nemigen gyártanak.

### 1.15.3.3. Függőleges marógép

A függőleges marógép is a konzolos marógépek csoportjába tartozik (1.102. ábra).



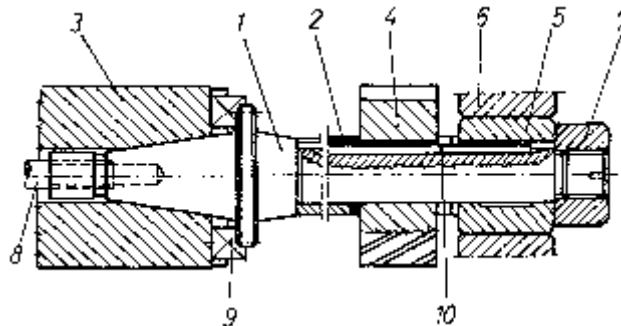
1.102. ábra

Felépítése gyakorlatilag megegyezik a függőleges fejjel felszerelt egytetemes maróéval, de a marófej sokkal merevebb szerkezetű. A függőleges marógépnek nincs forgózsámolya, így az asztala nem fordítható.

#### 1.15.3.4. A szerszám és a munkadarab befogása

A marók befogásakor két szempontot kell figyelembe venni: egyrészt megfelelő legyen a futáspontosság, másrészt biztosítható legyen a nyomatékátadás. Ezt a maróorsók furatának meredek- vagy *Morse*-kúpos kiképzésével, és behúzószár alkalmazásával oldják meg.

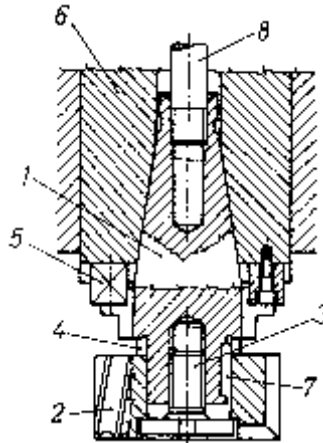
A palástmarókat általában marótengely segítségével fogják be, amely mindkét végén csapágyazott. A nyomaték átadása a retesz segítségével történik (1.103. ábra).



1.103. ábra

1 marótengely, 2 közgyűrű, 3 maróorsó, 4 palástmaró, 5 orsócsapágy, 6 csapágytám (bak), 7 balmenetes szorítóanya, 8 behúzószár, 9 forgató retesz, 10 retesz

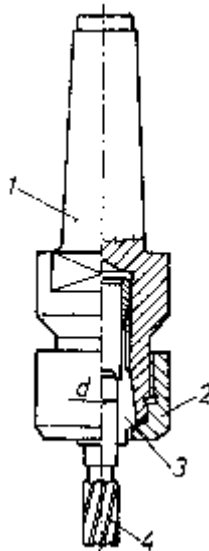
A homlokmarókat marótüskével fogják be, amely lehetővé teszi a homlokélek munkáját (1.104. ábra).



1.104. ábra

1 marótüske, 2 homlokmaró, 3 szorítócsavar, 4 maró közgyűrű, 5 forgató retesz, 6 főorsó, 7 retesz, 8 behúzószár

A kisebb teljesítményű, 32 mm-nél kisebb átmérőjű hengeresszárú marókat maró-befogó fejbe fogják be (1.105. ábra).



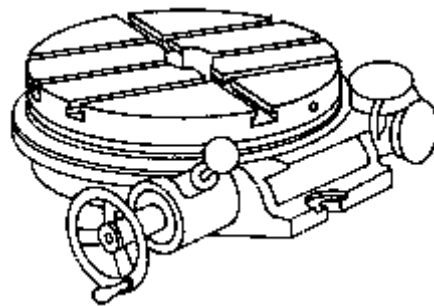
1.105. ábra

1 maróbefogó fej, 2 anya, 3 hasított szorítóhüvely, 4 marószerszám

A nyomaték átadása itt a hengeres felületen súrlódással történik, ezért az anyát nagy erővel kell megszorítani. *Morse*-kúpos főorsónál is behúzószárat alkalmaznak.

A munkadarab helyzetének a pontos meghatározása és merev befogása maráskor is nagyon fontos feladat. Ehhez gyakran nem használnak külön készüléket, hanem a munkadarabot közvetlenül a gép asztalára fogják fel szorítóvasakkal. A helyzet-meghatározáshoz az asztal felületét és hornyait használhatják fel.

Kisebb munkadarabokat a gépasztalra szerelt gépsatuba lehet befogni (l. gyalugép gépsatuja). Körszimmetrikus felületszakaszok vagy előírt szöghelyzetű felületek marásakor alkalmazzák a körasztalt (1.106. ábra). A körasztal a ráerősített munkadarab függőleges tengely körüli forgatását és egyes szöghelyzetekben való rögzítését teszi lehetővé. A szögeket a szögskálán, vagy egyes típusoknál a forgatókerékre szerelt osztótárcsával lehet beállítani. A munkadarabok vízszintes tengely körüli forgatása, vagy előírt, pontos, szöghelyzeteinek beállítása osztófejjel történhet (pl. fogaskerekek, sokszög-keresztmetszetű darabok, spirálfelületek stb. marásakor).



1.106. ábra

## 1.16. Köszörülés

A köszörülés szabálytalan élgeometriájú szerszámmal végzett forgácsolás, amellyel nagy pontosságú, sima, sőt tükrös felületeket lehet előállítani. A köszörülés főleg befejező megmunkálás, de néhány nagyteljesítményű köszörűgép alkalmas előkészítő vagy nagyoló műveletekhez is. Köszörüléssel nagyon sokféle felület megmunkálható (hengeres, sík, kúpos, alakos). Pontossága: IT6-7, az átlagos érdesség:  $R_a = 0,16-1,25 \mu\text{m}$ .

### 1.16.1. Köszörülési módszerek

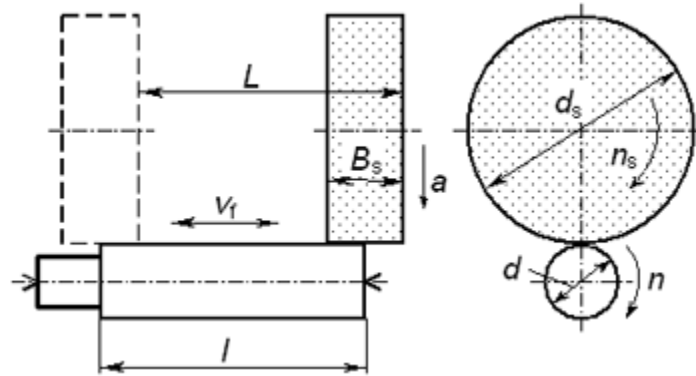
Valamennyi köszörülési módszer alkalmazásakor a szerszám végzi a forgácsolómozgást mintegy 30 m/s sebességgel. A nagy sebességű köszörülés tartománya:  $v_s = 50-80 \text{ m/s}$ , az ultrasebességűé 100-300 m/s. A munkadarab sebességét ( $v_w$ ) a  $q$  sebességhányaddal fejezzük ki. Általában

$$q = \frac{v_s}{v_w} = 50 \dots 150$$

Előkösörüléskor a fogásvétel:  $a = 0,02-0,06$  mm, készrekösörüléskor:  $a = 0,002-0,01$  mm.

### ***Oldalelőtolásos palástkösörülés***

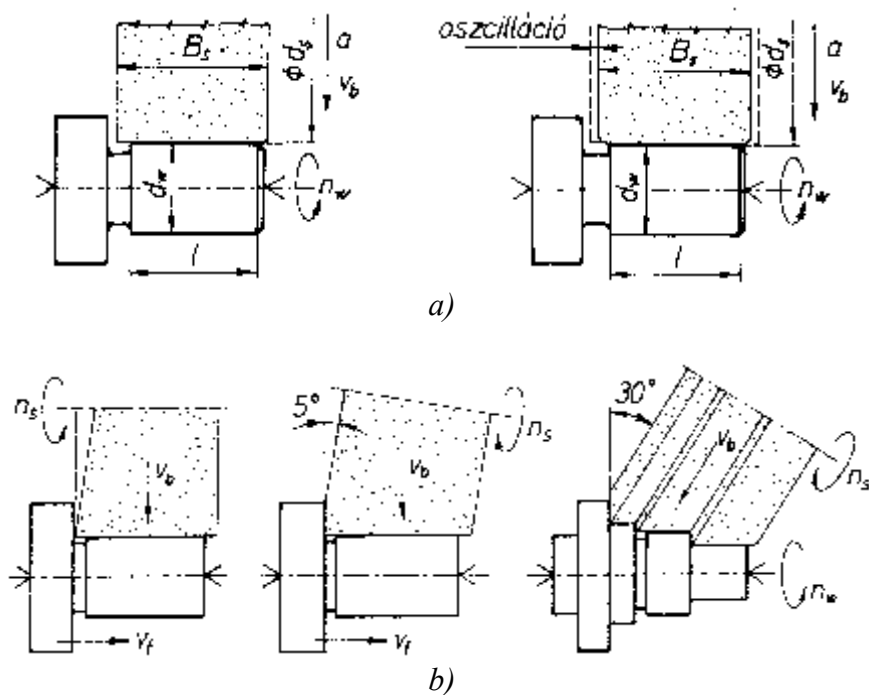
Hosszú tengelyeket ezzel az eljárással kösörülnek (1.107. ábra). Fogásvétel lehet löketenként, kettőslöketenként. Előkösörüléskor az előtolás:  $s = (0,5...0,75) \cdot B_s$ , készrekösörüléskor (simítás):  $s = (0,25...0,5) \cdot B_s$ . Az utolsó néhány löketet fogásvétel nélkül szokás elvégezni.



1.107. ábra

### ***Beszűrő palástkösörülés***

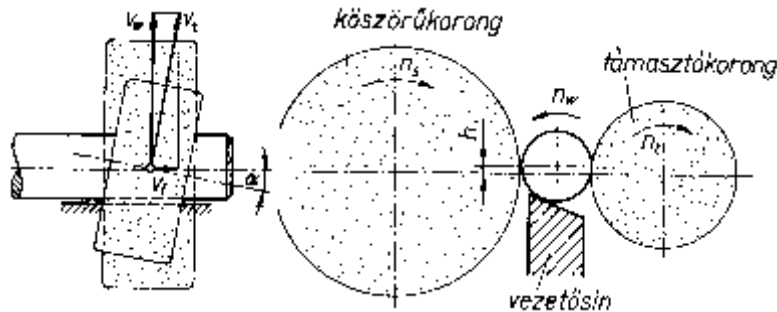
A módszer elve az 1.108. ábrán látható. Általában akkor alkalmazzák, ha  $l < B_s$ , ezért oldalelőtolás nincs, legfeljebb 1-3 mm-es oszcilláció. A szerszám  $v_f$  beszűrősebességgel mozogva végzi a forgács leválasztását. Lépcsős tengelyek vállainak a kösörülése a b) ábra szerint végezhető el.



1.108. ábra

### ***Csúcs nélküli köszörülés***

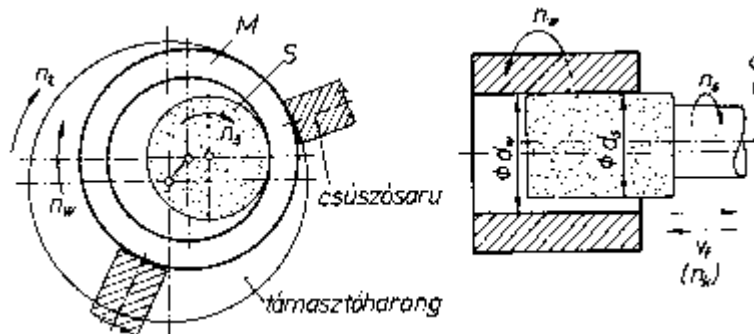
A csúcs nélküli köszörülés lehet beszúró vagy áteresztő. A beszúró eljárás alkalmazásakor a támasztókorong nincs megdöntve. Az áteresztő módszerhez a támasztókorongot 2-6 fokkal megdöntik (1.109. ábra), így a munkadarab  $v_f$  előtoló sebességgel halad a vezetősínen. Ezzel a módszerrel több méter hosszú rudak is köszörülhetők.



1.109. ábra

### ***Furatköszörülés***

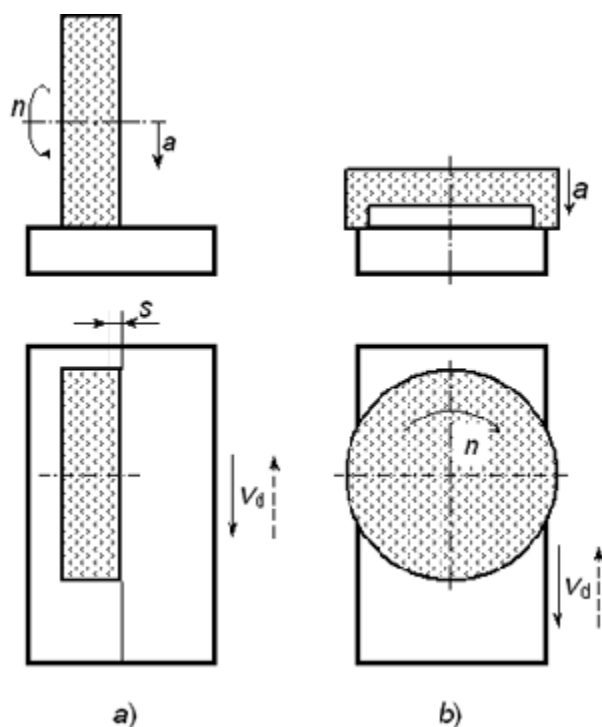
Vékonyfalú munkadarab megmunkálásához (pl. gördülőcsapágy-gyűrűk) az ún. csúszósarus eljárást használják (1.110. ábra). A munkadarab forgatását a  $v_t$  kerületi sebességű mágneses támasztóharang végzi. A csúszósaru nélküli eljárás alkalmazásakor a munkadarabot mereven lehet befogni (pl. tokmányba). A köszörülést mindig előtolással végezzük. A  $v_f$  előtolósebességet a percnkénti kettőslöketek számával lehet beállítani.



1.110. ábra

### ***Síkköszörülés***

A síkköszörülés végezhető a köszörűkorong palástjával vagy homloklületével (1.111. ábra). A korongpaláستtal végzett síkköszörülés (a) lassú, kis termelékenyséű, de pontos módszer. Az előtolást (általában  $s = 0,8-1,5$  mm/löket) az asztal minden lökete vagy kettőslökete után végzik, így biztosítható a teljes felület megmunkálása. A koronghomlokkal végzett síkköszörülés (b) nagy termelékenyséű eljárás, mivel a korong átmérője nagyobb a munkadarab szélességénél. Minden löket vagy kettőslöket után lehet fogást venni, oldalirányú előtolás nincs. Kis teljesítményű gépeken a korong fazék alakú, nagy teljesítményű gépeken szegmensbetétes. Ma már gyártanak olyan nagy teljesítményű síkköszörű gépeket is (100-200 kW teljesítménnyel), amelyek a keményfémlapkás homlokmarásnak megfelelő anyagleválasztási sebességgel dolgoznak. Ilyen gépekkel a munkadarabok egy műveletben készre munkálhatók (intenzív síkköszörülés).



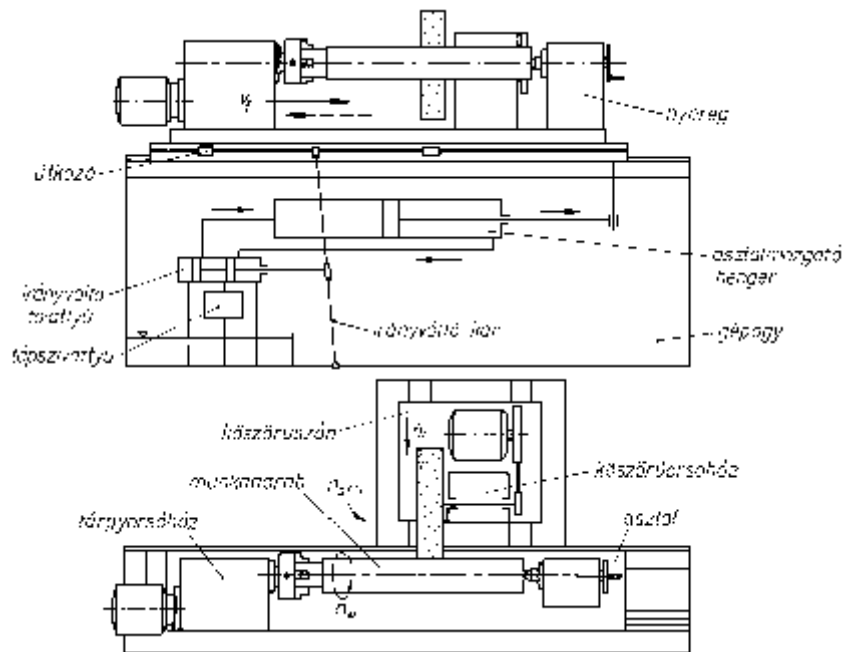
1.111. ábra

## 1.16.2 Kösörűgépek

Kösörüléskor a forgácsoló főmozgást (forgómozgás) a szerszám, míg az előtolás- és fogásmélység-irányú mellékmozgásokat a felület alakjától, a munkadarab méreteitől függően vagy a munkadarab, vagy a szerszám végzi.

### 1.16.2.1. Egyetemes palástkösörűgépek

Ezek a legsokoldalúbban használható kösörűgépek. A forgácsoló főmozgást a pontosan csapágyazott kösörűorsóra szerelt kösörűkorong végzi (1.112. ábra). A munkadarabot tokmányba, csúcsok közé, vagy patronba lehet befogni, amit külön hajtómű forgat. A tárgyorosó 3-6 fokozatban 25-750 1/min fordulatszámhatárok között forgatható.



1.112. ábra

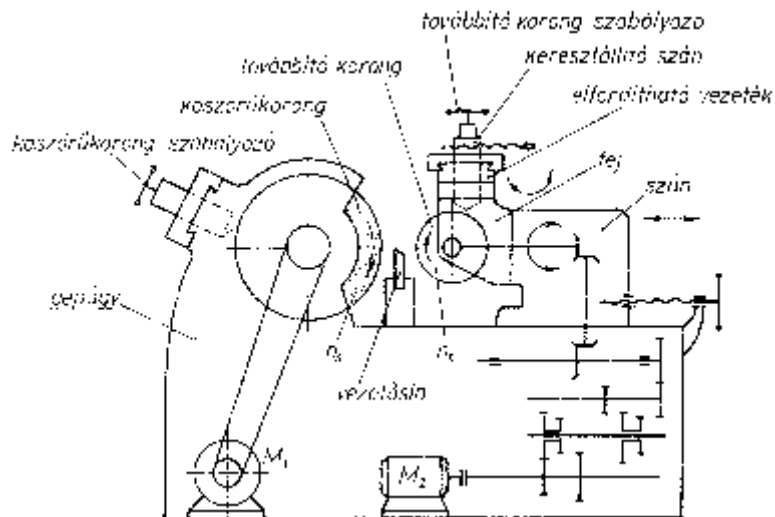
Oldalirányú előtolással végzett kőszörűléskor a gépasztal a munkadarabbal hosszirányú alternáló mozgást végez. Az asztal mozgását általában hidraulikus rendszer biztosítja. A gépasztal mozgási úthosszát (a löketet) állítható ütközőkkel lehet szabályozni. Az asztalmozgatás sebességét a hidraulikus rendszer fojtószelepeivel lehet beállítani 66-166 m/s intervallumban.

Az egytetemes palástkőszörűgépeken hengeres, kúpos, alakos külső-belső forgásfelületek és sík homlokfelületek kőszörülhetnek.

### 1.16.2.2. Csúcs nélküli kőszörűgépek

Az ilyen típusú gépeken a munkadarab a kőszörű- és a továbbító korong között helyezkedik el, alulról vezetősín (támasztóléc) vezeti, ill. támasztja meg. A darab a forgómozgást finom szemcsézettű gumi- vagy bakelitkötésű továbbító korongról kapja súrlódó erőkapcsolat útján. A kőszörűkorong kerületi sebessége 25-30 m/s, a továbbító korongé 0,16-1,16 m/s intervallumban állítható (1.113. ábra). A munkadarab a továbbító korong kerületi sebességét veszi fel, forgásiránya a kőszörűkorongéval ellentétes, ezért a forgácsolósebesség a kőszörűkorong és a munkadarab kerületi sebességeinek különbségéből adódik.



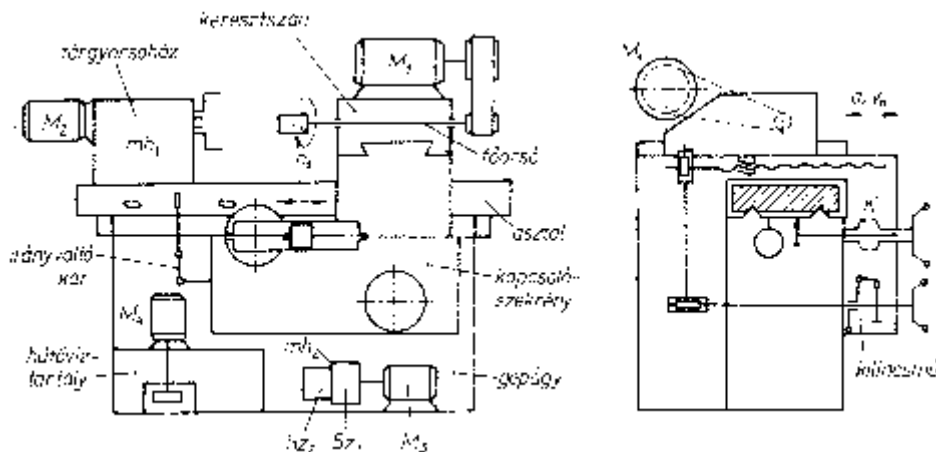


1.113. ábra

A továbbító korong a köszörűkorong tengelyéhez viszonyítva a vízszintes síkban ferdére állítható. Áteresztő köszörüléskor így a munkadarab forgómozgása mellett tengely irányú előtolási sebességet kap. A fogásvételt a továbbító korong vagy a köszörűkorong végzi, értéke nagyoláskor 0,02-0,15 mm, simításkor 0,002-0,01 mm.

### 1.16.2.3. Furatköszörűgépek

A furatköszörűgépek szerkezeti felépítése hasonló az egytetemes palástköszörűgépekéhez (1.114. ábra). Ezek a gépek alkalmasak hengeres, kúpos és beszűrő köszörüléssel lépcsős vagy alakos felületek megmunkálására is. Fazék alakú koronggal homloklapfelületek is köszörülhetők.

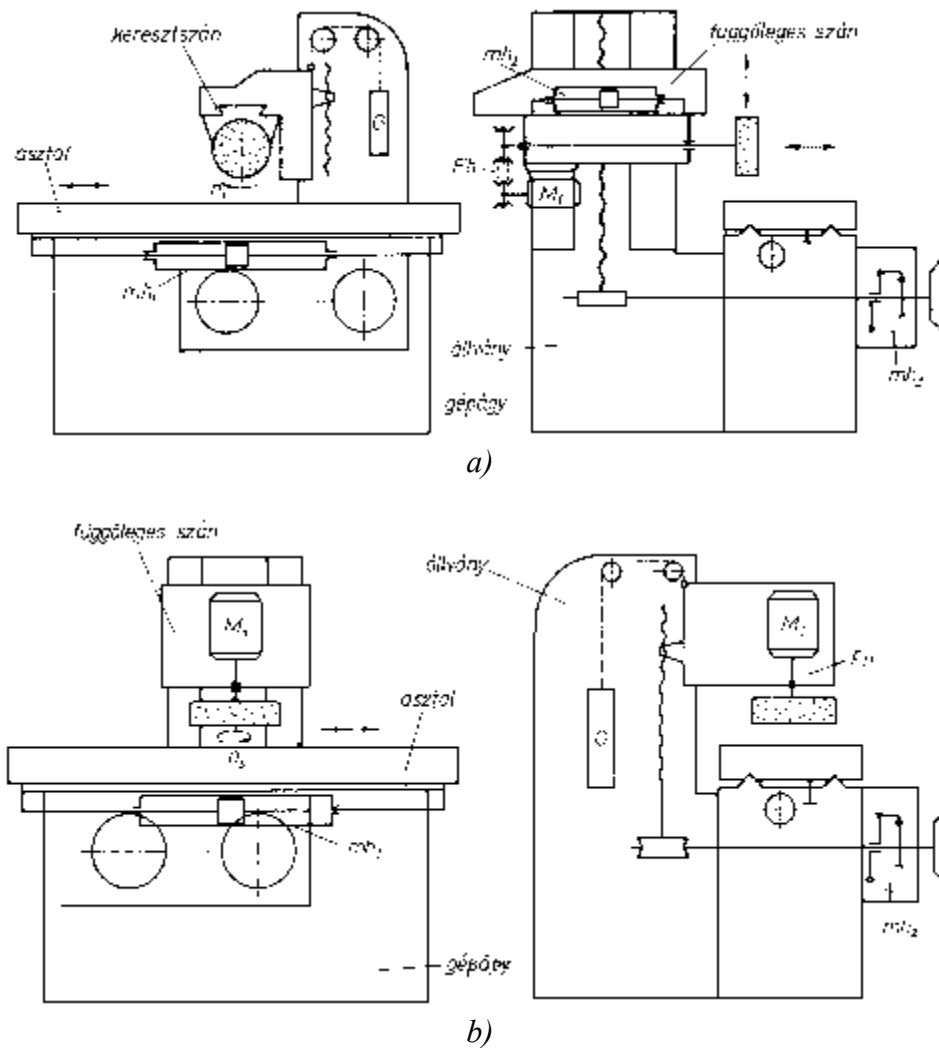


1.114. ábra

A legújabb furatköszörűgépeket nagy fordulatszámú, pneumatikus vagy hidraulikus orsóhajtással gyártják. A kis átmérőjű furatok megmunkálásához kedvező (kb. 20 m/s) kerületi sebességet 30000-150000 1/min orsófordulattal lehet biztosítani. A munkadarabot tokmányba vagy patronba lehet felfogni.

#### 1.16.2.4. Síkköszörűgépek

A korongpalásstal végzett köszörülésre alkalmas gép szerkezeti vázlatát szemlélteti az 1.115/a. ábra. Ilyen gépen akkor köszörülünk, ha a munkadarab deformálódását, káros felmelegedését biztosan el kell kerülni (pl. szerszámgyártáskor). Ez azért lehetséges, mert a korongpalásstal végzett köszörüléskor a kis érintkezési felület miatt kicsi lesz a forgácsoló erő, a forgácsoló teljesítmény és az ezzel arányos forgácsolási hő.



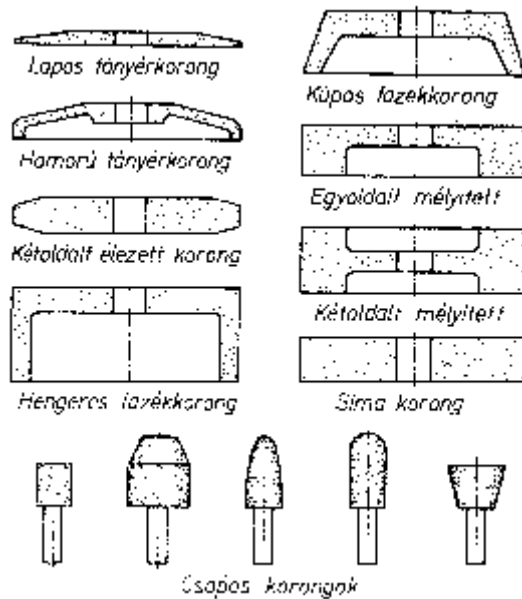
1.115. ábra

Koronghomlokkal végzett köszörüléskor nagy forgácselteljesítmény érhető el, de ezzel együtt nagyok az erő- és hőhatások. Ilyen köszörülésre alkalmas függőleges síkköszörűgép vázlatát mutatja a b) ábra.

A síkköszörűgépek kétféle asztallal készülnek: hosszasztallal és körasztallal. A hosszasztal egyenes vonalú, alternáló, a körasztal folyamatos körmozgást végez. A munkadarabot leggyakrabban egyenáramú elektromágnesekkel működtetett felfogólap rögzíti az asztalhoz. Ezek a mágneses felfogólapok gyors rögzítést tesznek lehetővé, és egyidejűleg több munkadarab felfogására is alkalmasak.

### 1.16.3. Kőszőrűszerszámok

A kőszőrűszerszámok külsőre korong alakú szabályos forgástestek, valójában szabálytalan élgeometriájú, sokélű szerszámok, amelyek a forgácsolást nagy sebességű karcollással végzik. Néhány jellegzetes kőszőrűkorongot foglal össze az 1.116. ábra. A kőszőrűszerszámok legjellegzetesebb paraméterei: szemcseanyag, szemcse nagyság, kötőanyag, kötéskeménység, koncentrációs szerkezetszám (tömörség), alak és főméretek.



1.116. ábra

Hagyományos szemcseanyag a korund és a szilíciumkarbid, szuperkemény anyag a kőbős bórnitrid és a gyémánt (elsősorban műgyémánt).

A **korund**nak sok változata van. A KA jelű pl. 99%  $Al_2O_3$  tartalmú, ún. nemes elektrokorund, amely edzett szerkezeti és ötvözött acélok kőszőrülésére való, de lágyacélokhöz is kiválóan alkalmas. A KB jelű 95%  $Al_2O_3$  tartalmú normál korund csak lágyacélokhöz kőszőrülésére alkalmas. A KR jelű rózsaszínű rubin-korund fogazatok és profilok kőszőrülésére kedvező, mert kevésbé kopik, mint az előzőek. A cirkonkorund hőállósága kiváló. A pálcakorund  $Al_2O_3$  porból zsugorítással készül, amelyet bakelit kötőanyaggal fognak össze. A pálcakorund nagy teljesítményű tisztítóköszőrüléshez használható.

A **szilíciumkarbid** szemcse keményebb és élesebb, mint a korund. Az SC-jelű sötét szilíciumkarbid rideg anyagok (pl. öntöttvas, keménybronz), vagy nagyon lágy anyagok (rozsdamentes acél, színesfémek, gumi) kőszőrülésére alkalmas. Nagyon kemény acélok kőszőrüléséhez jól használható az SCZ jelű szilíciumkarbid.

A **kőbős bórnitrid** (elbor, kubonit, borazon) edzett gyorsacélok és szerszámacélok megmunkálására alkalmas.

A **műgyémánt** keményfémek és egyéb nem vasfémek, valamint nagyon kemény más anyagok kőszőrüléséhez való szerszámanyag.

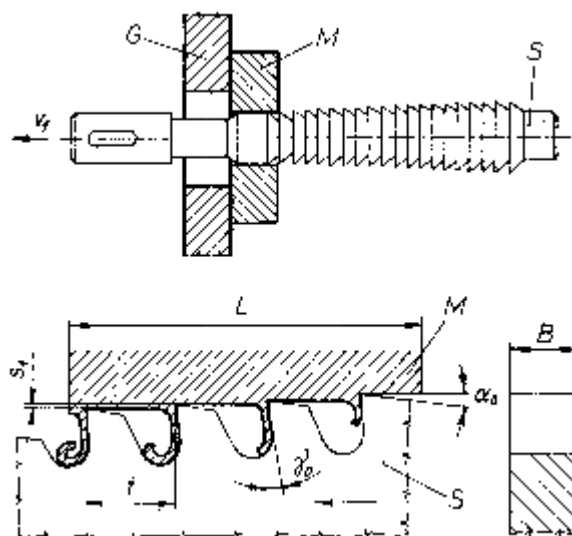
A szabálytalan alakú szemcséket (amelyek oktaéderre emlékeztetnek) aprítással készítik, majd szitálással osztályozzák. A köszörűszemcséket kötőanyag fogja össze megfelelő szilárdságú, forgácsolásra alkalmas szerszámmá. A leggyakoribb kötőanyagok: kerámia, műgyanta (bakelit), gumi, fém, vízüveg, magnézium, sellak.

A köszörűszerszámok keménységén azt az erőt értjük, amellyel a kötőanyag ellenáll a szemcséket kitördelő forgácsolóerőnek. Ez a keménység tehát nem azonos az abrazív szemcsék tényleges keménységével! A szerszám keménysége akkor ideális, ha a kötőanyag csak az éles szemcséket tartja fogva, az elkopott, életlen szemcséket pedig elengedi (önélezés). A keménységet a kötőanyag mennyiségének és minőségének a változtatásával lehet szabályozni. A keménységet a *Norton*-skála szerint jelölik 19 fokozatban (E-től W-ig).

A köszörűkorongok jellemző tulajdonsága önélező képességük. Ennek ellenére a korongokat időnként fel kell újítani. Ezt a műveletet nevezik korongszabályozásnak. A korongszabályozást gyémánttal, gyémántceruzával és gyémántgörgővel végezhetik, nagyobb szemcsemennyiség eltávolításakor szabályozótárcsát alkalmaznak. A köszörűkorongok felerősítését leggyakrabban szorítóperemmel végzik. A szorítóperem alá mindig kartonlapot kell helyezni, így lehet biztosítani az egyenletes felfekvést. A szorító csavaranya menete olyan irányú legyen, hogy a korong forgása közben le ne csavarodhasson. A köszörűkorongokat üzembe helyezésük előtt mindig ki kell egyensúlyozni, mert az egyenlőtlen tömegeloszlás berezgéshez vagy a korong töréséhez vezethet.

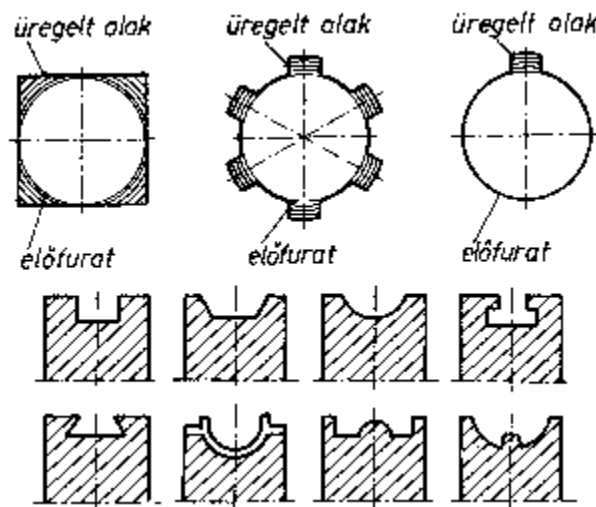
## 1.17. Üregelés

Az üregelés olyan forgácsolási módszer, amelyben az egyenes vonalú főmozgást a szerszám végzi, az előtolást pedig az egymás után következő fogak lépcsőzetes növekedése biztosítja. Üregeléskor tehát nincs mellékmozgás (1.117. ábra). Az üregelés alkalmas mind belső (átmenő), mind külső felületek megmunkálására. Az üregelés előnye a nagy termelékenység, pontosság és jó felületi minőség. Ha belső üreget kell megmunkálni, akkor IT9 pontosságú furatból kell kiindulni, az elérhető pontosság IT6, a felületi érdesség  $R_a = 0,4 \dots 1,6 \mu\text{m}$ .



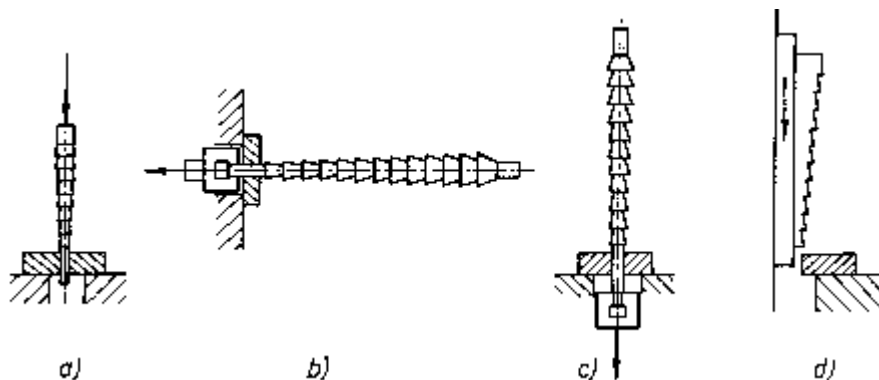
1.117. ábra

Az üregelés hátránya a nagy szerszámköltség, ezért egyedi gyártásban nem alkalmazzák, az üregelés a sorozatgyártás jellegzetes forgácsolási módszere. Néhány nyomatékátvivő, üregelt belső és külső felületet mutat az 1.118. ábra.



1.118. ábra

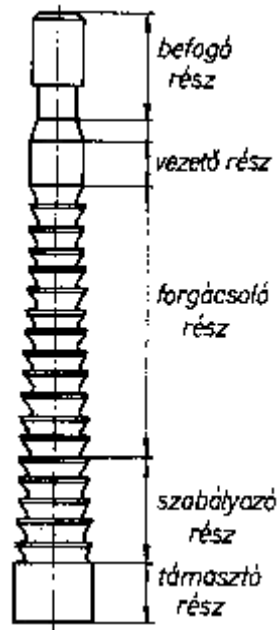
Üregeléskor a szerszámot vagy átnyomják, vagy áthúzzák az előkészített furaton. Az üregelési módszerek elvét az 1.119. ábra szemlélteti.



1.119. ábra

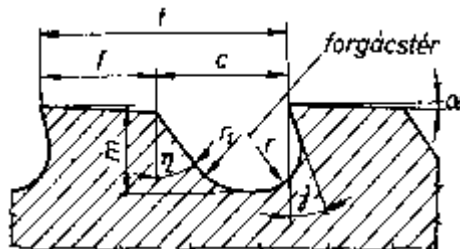
### 1.17.1. Az üregelés szerszámai

Az üregelés szerszáma a húzótüske. Fő részei a 1.120. ábrán láthatók. A befogó részt az alakítás előtt átfűzik az előre elkészített furaton. A vezetőréssz pontosan illeszkedik a furatba, tehát biztosítja a húzótüske központos helyzetét. A húzótüske egymás után növekvő fogai mind külön-külön választanak le forgácsot a furat falából. A fogak osztását úgy kell megválasztani, hogy egy időben 3-4 fog forgácsoljon. Ennél kevesebb alakító fog ugyanis nem biztosítja a tüske megfelelő vezetését, ennél több forgácsoló fog pedig nagyon megnövelné a húzóerőt.



1.120. ábra

A húzótüske méretezésekor az egyik legfontosabb feladat a forgácsoló rész méreteinek helyes meghatározása, mert az alakítás közben (áthúzáskor) keletkezett forgácsnak - amit egyetlen fog választ le - el kell férnie a forgácsoló részben. Ha ez nincs biztosítva, akkor a tüske beszorul a furatba (1.121. ábra).



1.121. ábra

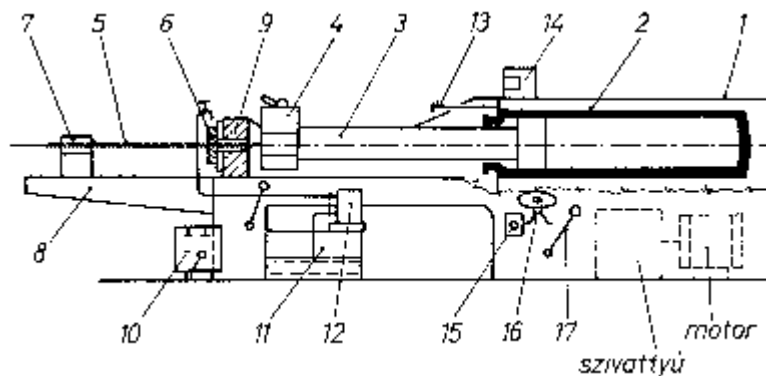
A nyomótüske annyiban különbözik a húzótüskétől, hogy sajtolással nyomják át a munkadarab furatán.

## 1.17.2. Üregelőgépek

A megmunkált felület elhelyezkedésétől függően az üregelőgépek lehetnek: belső, külső és különleges rendeltetésű üregelőgépek.

### 1.17.2.1. Belső üregelőgépek

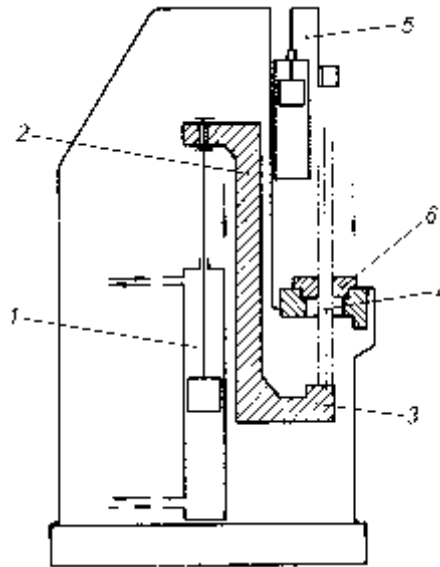
Ezek a legelterjedtebb típusok, kizárólag belső üregek megmunkálására alkalmasak. Kialakításukat tekintve vízszintes és függőleges elrendezésűek lehetnek.



1.122. ábra

A **vízszintes üregelőgép** elvi vázlatát szemlélteti az 1.122. ábra. Az 1 jelű ház egyik oldalán van a 2 hidraulikus henger a 3 dugattyúval, továbbá a hajtómotor, a szivattyú és a kezelő elemek (14, 15, 16, 17). A dugattyúrúd vége a 4 szerszámbefogóhoz csatlakozik. Ebbe fogják be az 5 húzótüskét, amelyre előzőleg felfűzik a 6 munkadarabot. A hosszú tüskét a kihajlás megakadályozására alá kell támasztani. A 7 támasz a gépágy 8 konzolos részén lévő vezetékben csúszik. A munkadarab a gép házán kialakított 9 támasztóbak felfogólapjára, vagy a síktárcsára erősített készülékre fekszik fel. A nagyobb munkadarabokat a magassági irányban állítható 10 asztalra lehet befogni (ilyenkor a konzolt le kell szerelni). A súrlódás csökkentésére, a keletkezett hő elvezetésére és a forgács eltávolítására bőséges hűtésről és jó kenésről kell gondoskodni. Ezt a 11 nagy térfogatú tartály és a 12 szivattyú biztosítja. A vízszintes üregelőgépek előnye a nagy lökethossz, tehát mély üregeket is meg lehet munkálni.

A **függőleges üregelőgép** elvi vázlatát mutatja az 1.123. ábra. Az 1 hidraulikus henger dugattyúrúdja mozgatja a 2 szánt, a rászerezelt 3 szerszámbefogót, az abba befogott 4 húzótüskével együtt. Alaphelyzetben a húzótüske az 5 adogatón függ. A 6 munkadarab befogása után az adogató leereszti a húzótüskét, a szerszámbefogó önműködően zár és megfogja a tüskét. Ezután kezdődik a húzás, amelyet a löket végén egy ütköző automatikusan kikapcsol, majd a szán visszamegy eredeti helyzetébe. Az adogató megfogja a szerszámot, miközben a befogó automatikusan kiold és elengedi a tüskét.



**1.123. ábra**

Vannak olyan üregelőgépek is, amelyek alulról felfelé dolgoznak. A függőleges üregelőgépek előnye a vízszintes gépekkel szemben a kis helyszükséglet. Ezek a gépek könnyen kezelhetők, gyorsabb a kiszolgálás, a túske nem hajlik ki. Hátrányuk a rövidebb lökethossz, amit úgy lehet csökkenteni, hogy egyidejűleg 2-3 szerszámot működtetnek párhuzamosan.

### 1.17.2.2. Külső üregelőgépek

A külső üregelőgépek felépítése hasonló a függőleges üregelőgépekhez. Külső üregeléskor (alakhúzáskor) a szerszám nem zárt térben dolgozik, hanem kívülről forgácsolja a megmunkálandó felületet, ezért mind a szerszám, mind a munkadarab befogása eltér a belső üregelőgépek befogási lehetőségeitől.

A munkadarabot mereven fogják fel a mozgatható asztalra. A forgácsolás felülről lefelé történik. A löket végén az asztal kissé eltávolodik a szerszámtól, így a visszamenetben a szerszám nem súrolja a munkadarabot. A forgácsvastagság nagyobb, a szerszám és a lökethossz rövidebb, mint belső üregeléskor, ezért nagy ráhagyás esetén több fogást is lehet venni a mozgó asztallal. A darabok csereidejének a csökkentésére eltolható vagy elfordítható asztalokat is alkalmaznak, így amíg az egyik oldalon forgácsolnak, addig a másik oldalon darabot cserélhetnek. A termelékenység növelésére két szerszámszános, két asztalos iker alakhúzó gépeket is építenek. Ezeket a szánok egymástól függetlenül is működtethetők.

---

[A jegyzet elejére](#)

[Az oldal elejére](#)

[A következő oldalra](#)

---