

Gyártástechnológiai III

6. előadás

Esztergálás, gyalulás, vésés

Előadó: Dr. Szigeti Ferenc
főiskolai tanár

Esztergálás

Leggyakoribb forgácsolási mód, szerszámgépek 25%-a eszterga, alkalmazott gyártási összidő 43%-a esztergálási idő.

- forgácsoló főmozgást a mdb. végzi (v_c), előtolást és fogásvételi mozgást a szerszám (a_p , f).
- forgástest alakú mdb-ok megmunkálása; csapok, perselyek, tengelyek ($l > d$), tárcsák ($l < d$).

- gépi főidő: $t_g = \frac{Y_1 + L + Y_2}{n \cdot f} \cdot i$ [perc] L [mm]: megmunkált felület hossza

$Y_1; Y_2$ [mm]: ráfutás, kifutás

$$v_f = n \cdot f \text{ [mm/p]} \text{ előtolás sebessége}$$

- külső és belső hengeres felületek, sík, menet, alakos felületek.

Esztergálás pontossági fokozatai

- Széles skálájú forgácsoló eljárás: durva nagyolás → legpontosabb finomesztergálás

Fokozat	IT	R _a μm	Cél	a _p mm	Szerszám	Gép
NA	11...14	25...100	P _{max} Q _{max}	>2	HSS, HM, SK	Nagyteljesít- ményű eszterga
SI	7...10	0,8...6,3	IT, R _a	0,5...1	HSS, HM, SK	CNC-n NA+SI egy gépen mehet
FI	4...6	0,2...0,8	IT, R _a	<0,5	D, HM, CBN, PKD	Klgs. Eszterga
UP	1...3	<0,1	IT, R _a	<0,1	D, PKD	Igen klgs. gép

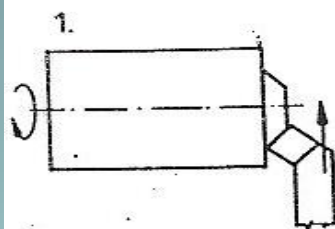
Esztergálási módok

ISO, DIN szabvány szerint:

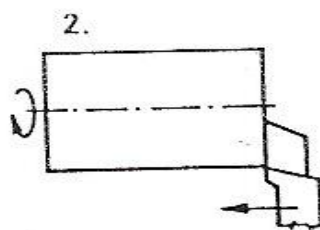
Külső hengeres felület

Belső hengeres felület

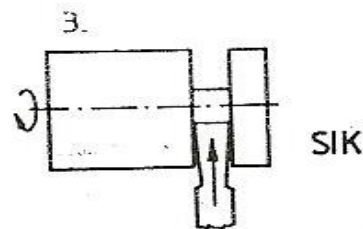
- keresztesztergálás: v_c változó, legnagyobb átmérőre számoljuk. (K_k)
– oldalazás
- furatesztergálás: kis keresztmetszetű szerszámmal (rosszabb hővezetés, rezgések, $T \downarrow$; $v_c \downarrow$ (K_{fu}))
- beszúrás, leszúrás: hővezetés $\downarrow$, rezgés $\uparrow$, fogásban lévő élhossz $\uparrow$, v_c , (K_b)
- menet: egyélű + fésűs kés: kinematikai kapcsolat; kedvezőtlen forgácsolási viszonyok (K_{me}); $v_c \downarrow \downarrow$ forgás irány váltás
- alakos felület: kúp, gömb, alakesztergálás.



Kereszt-síkesztergálás

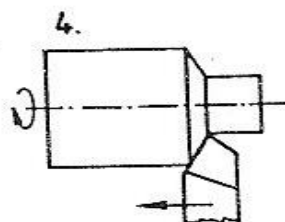


Hossz-síkesztergálás

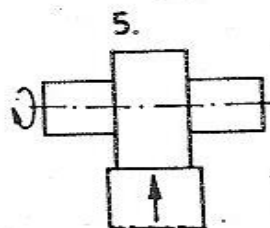


Kereszt-síkesztergálás

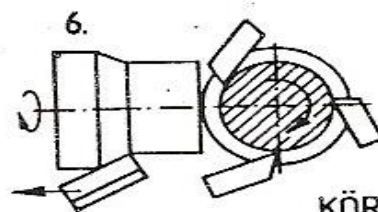
SIK



Hossz-körésztergálás

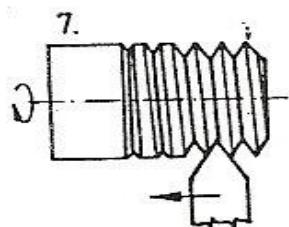


Kereszt-körésztergálás

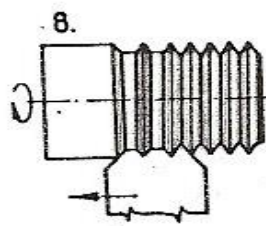


Hántoló körésztergálás

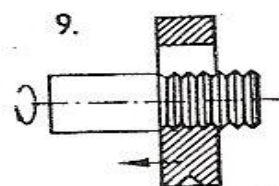
KÖR



Menetvágás

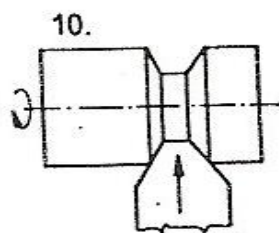


Menetvágás
(fésűskéssel)

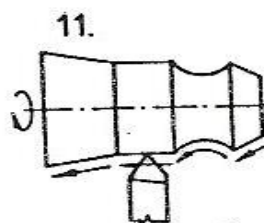


Menetmetszés

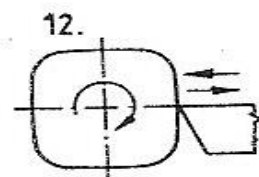
MENET



Kereszt-alakesztergálás



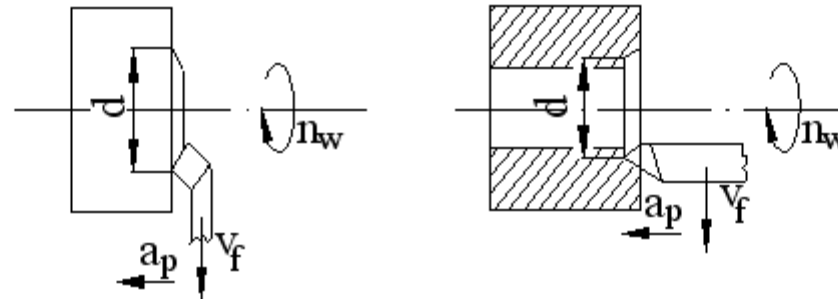
Hossz-alakesztergálás
(másolás vagy CNC)



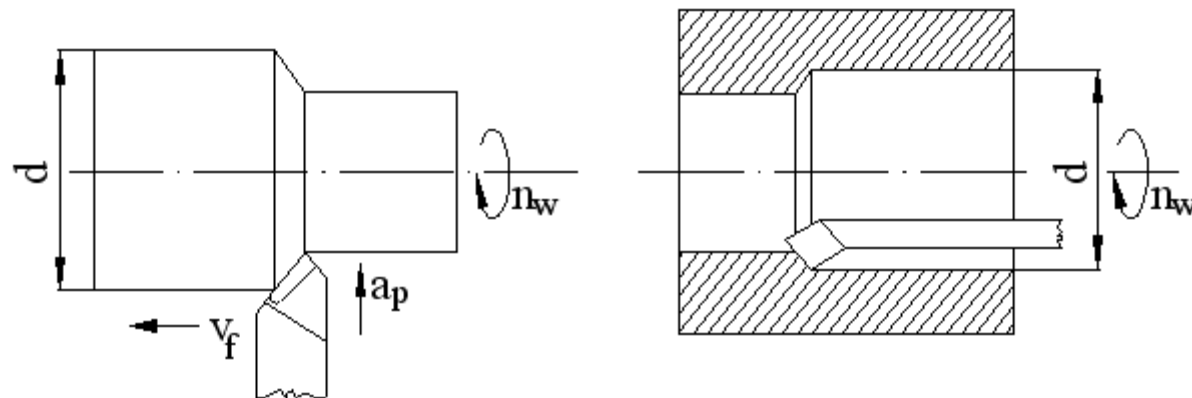
Kereszt-sokszögésztergálás

ALAK

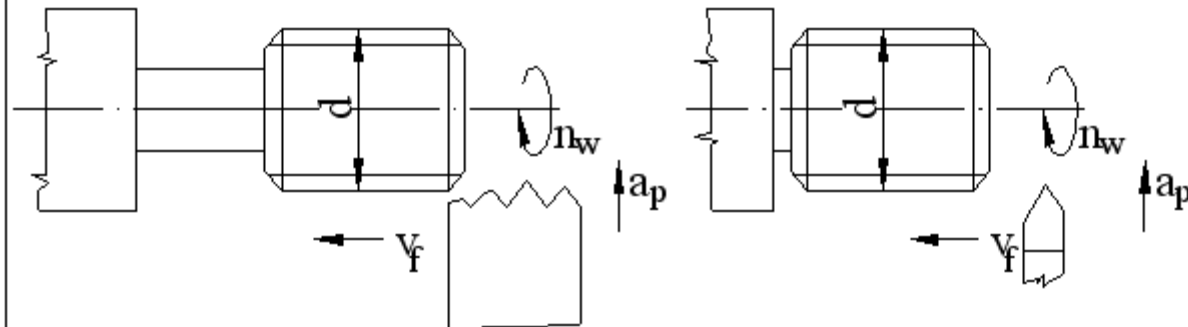
Síkesztergálás



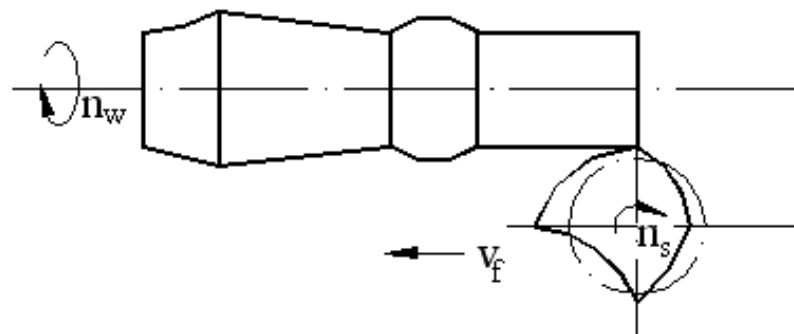
Hengerfelület esztergálás



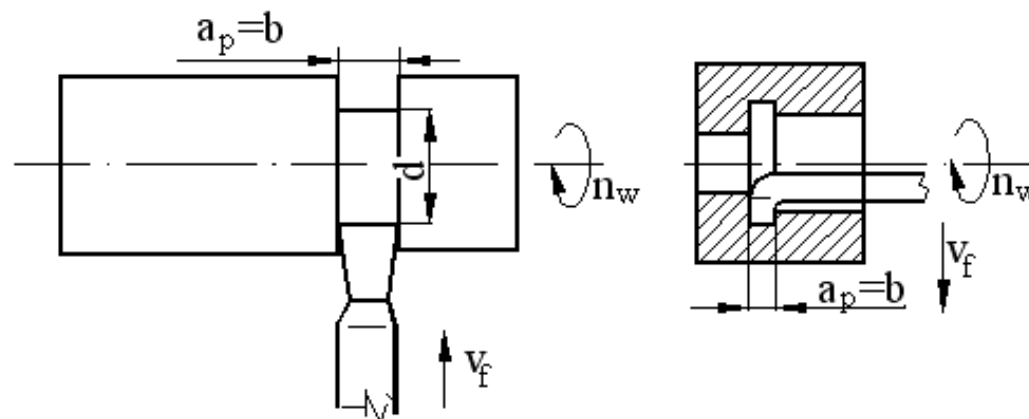
Csavarfelület esztergálás



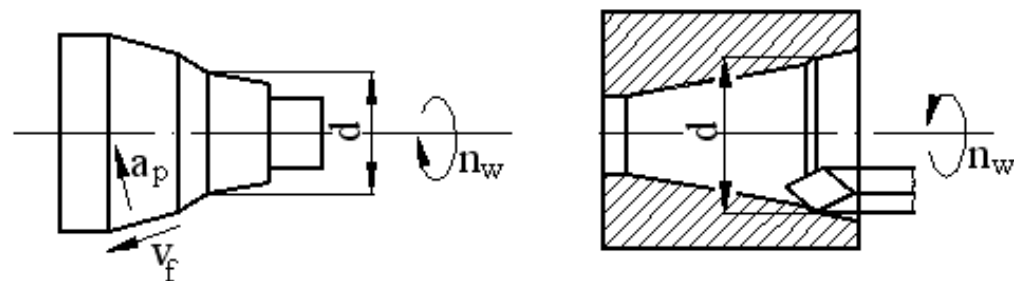
Lefejtőesztergálás



Profilozó esztergálás



Alakesztergálás

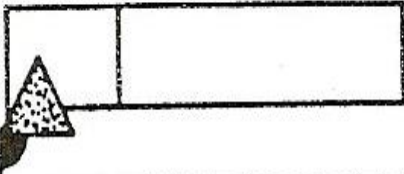
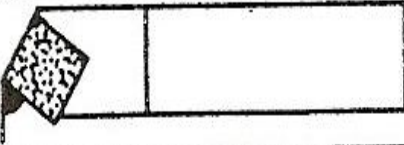
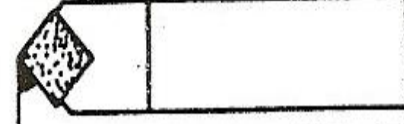
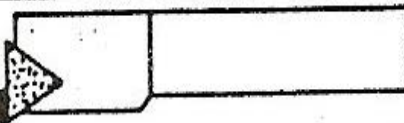
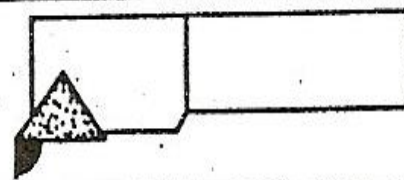
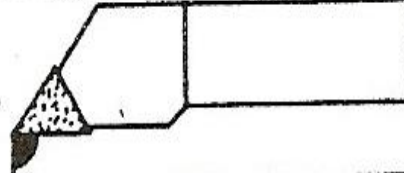
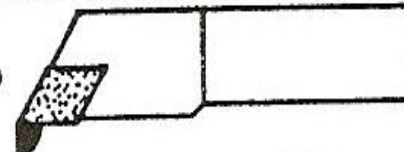


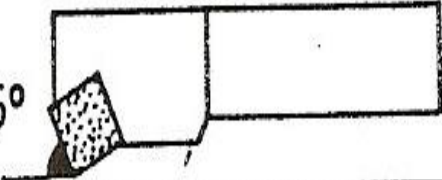
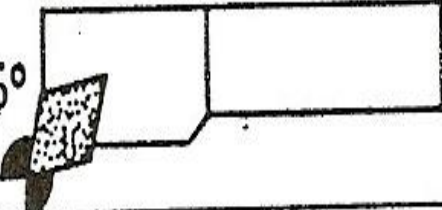
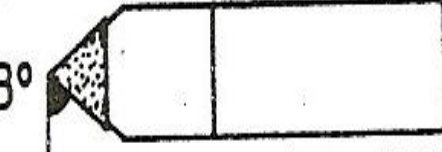
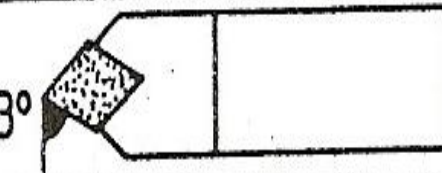
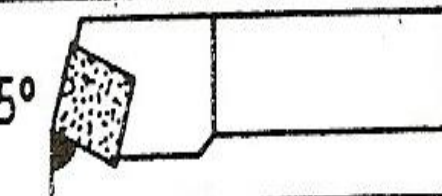
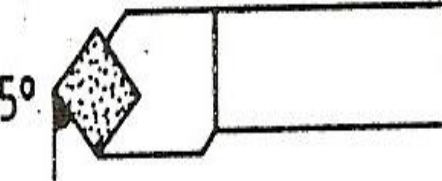
Esztergálás szerszámai

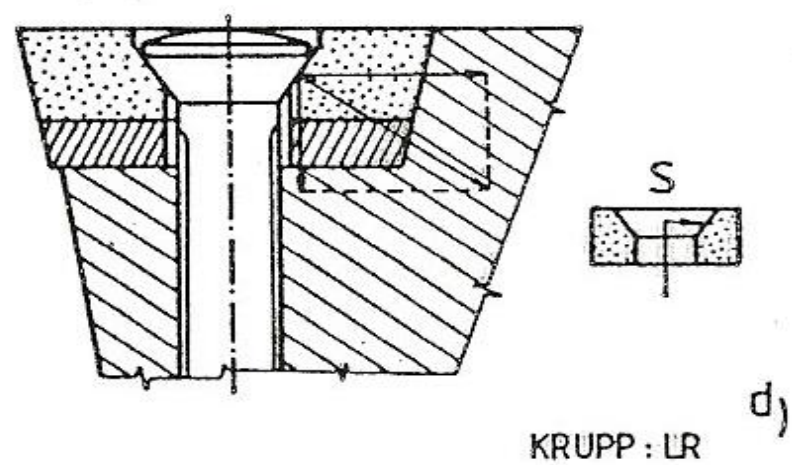
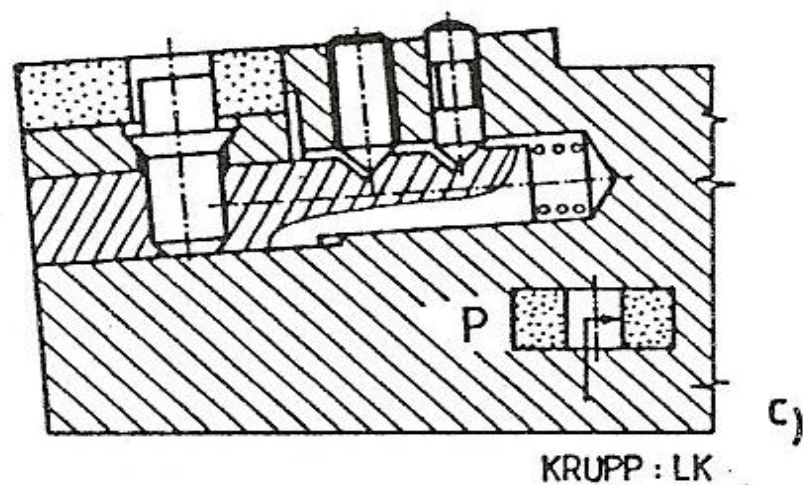
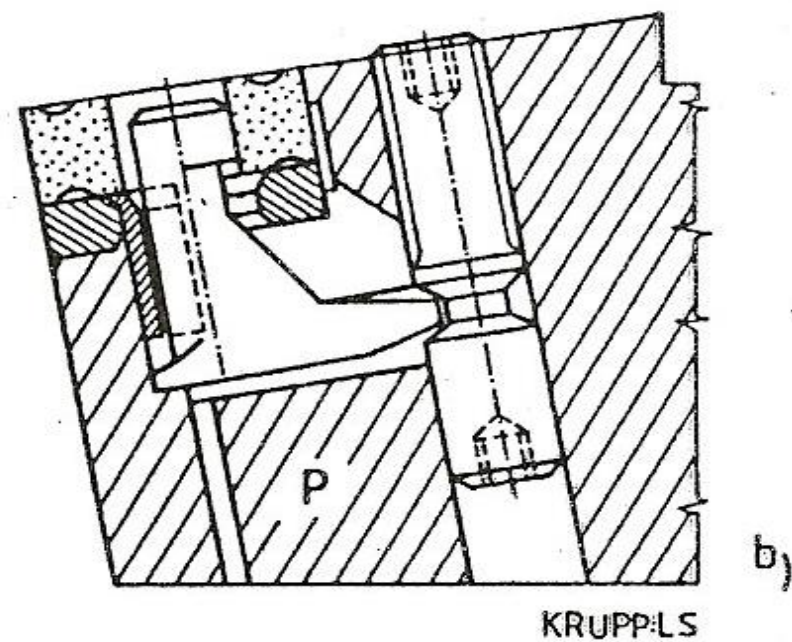
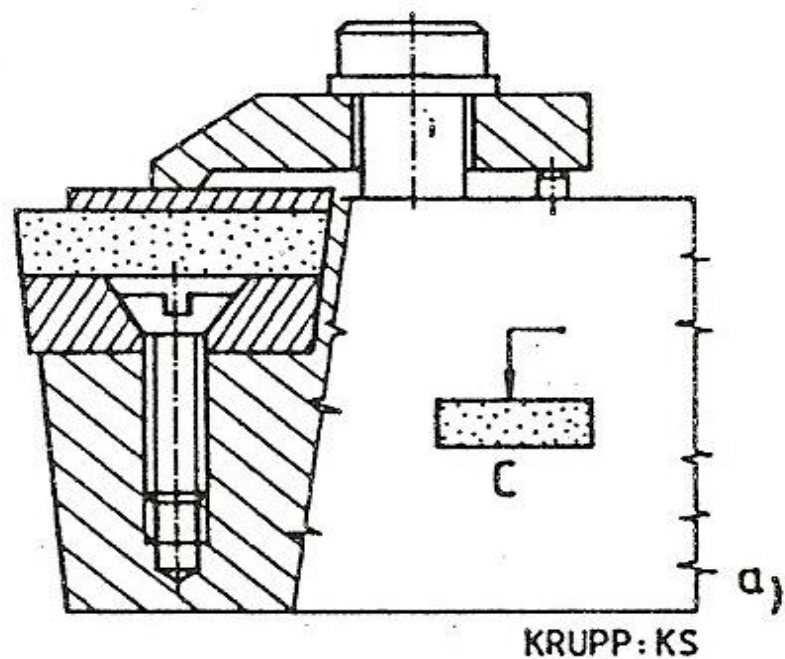
- monolit (tömör): szerszámacél vagy HSS
- tompán hegesztett: forgácsoló rész – szárrész
- forrasztott lapkás: HM, HSS
- váltólapkás: mechanikus, oldható kötés, legkorszerűbb; rögzítési mód: DIN 4984 szerint
 - élgeometriát a lapkafészekkel valósítják meg; jelölési rendszere: ISO 1832, MSZ 1986

A késszárak alakja

(DIN 4984)

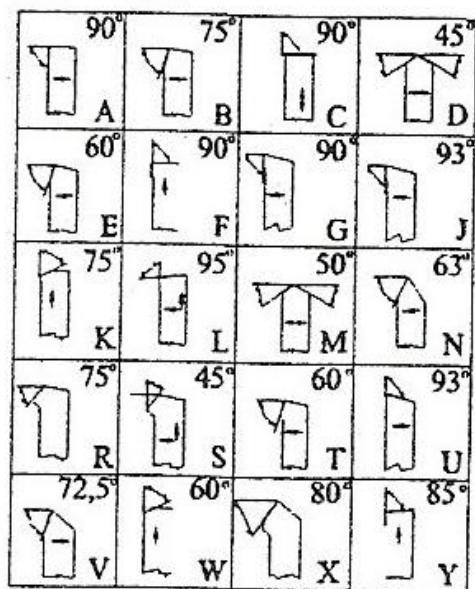
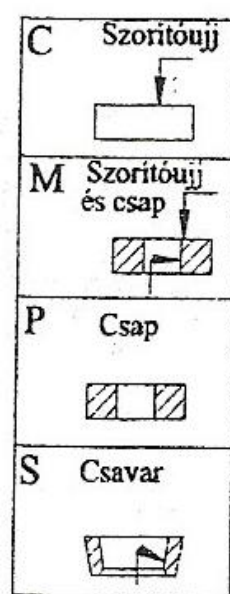
Alak	Vázlat	Előtolóirány
A		hossz
B		hossz
D		hossz (két oldal)
F		kereszt
G		hossz
J		hossz
		hossz

K		kereszt
L		hossz kereszt
N		hossz
		hossz
R		hossz
S		hossz kereszt
T		hossz



A váltólapkák rögzítési módja

Váltólapkás esztergakés ISO jelöléssel: CSBPR 2020-12

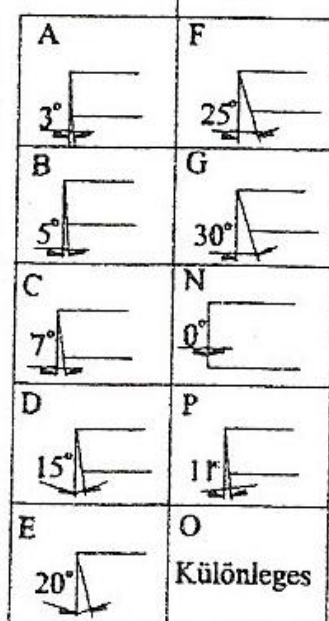
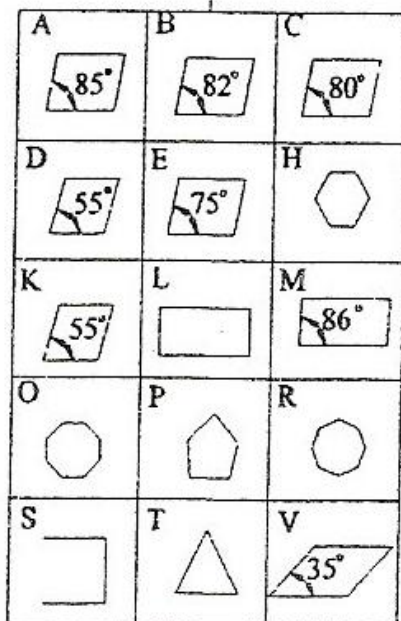


jobbos	R
balos	L
semleges	N

b (mm)	kód
12	16
12	16
stb.	

A,B,K	L	C,D,E,M,V	l (mm)	Kód
			6,35	06
			9,52	09
			11,0	11
			stb.	

1. Szorítás	2. Lapka alak	3. Szerszám alak és κ_r	4. Lapka hátszöge	5. Forgácsolási irány	6. Szerszámszár magasság	7. Szerszámszár szélesség*	8. Szerszám hossza	9. Forgácsolóél hossza	10.	11.
C	S	B	P	R	20	20	-	12	Különleges jelzések	



h (mm)	kód
kör kereszt-metszet	00
12	12
16	16
stb.	

Szabványos l esetén			Egyéb szerszámhossz esetén					
h x b	l	kód	l	kód	l	kód	l	kód
12x12	80		32	A	110	J	250	S
16x16	100		40	B	125	K	300	T
20x20	125		50	C	140	L	350	U
25x25	150		60	D	150	M	400	V
32x25	170		70	E	160	N	450	W
stb.			80	F	170	P	500	Y
			90	G	180	Q	különleges	X
			100	H	200	R	—	

Rombusz	35°	V
	55°	D
	75°	E
	80°	C
	86°	M
Romboid	55°	K
	82°	B
	85°	A
△ Háromszög		T
□ Négyzet		S
◻ Négyyszög		L
⬡ Ötszög		P
○ Hatszög		H
○ Nyolcszög		O
○ Kör		R

m = ±	s = ±	kód
0,005 **		A, F, J
0,013	0,025	C, H
0,025	0,13	E
0,013 **		K
0,025	0,025	L
0,05-0,18 *		M
0,13-0,38 *	0,13	U

* Nagyságtól és alaktól függően.
 ** Csak füzettás lapkáknál.

Belítható kör átmérője (d ₀)	Példák			
mm	l	kód	l	kód
3,97	6,9	06	3,97	03
5,56	9,6	09	5,56	05
6,35	11,0	11	6,35	06
9,52	16,5	16	9,52	09
12,5	22,0	22	12,5	12
15,88	27,5	27	15,88	15
19,05	33,0	33	19,05	19
25,4	44,0	44	25,4	25

A.) Csúcssugaras lapkák esetén: (r mm-ben)	r _c	kód
	0-0,2	00
	0,4	04
	0,8	08
	1,2	12
	1,6	16
	2,4	24
Kör (R) váltólapka:		00
B.) Fazettás (letörtcsúcsú) lapkák esetén: az első betű az α'-t jelenti (2. kód szerint)		Jcl
	45	A
	60	D
	75	E
	85	F
	90	P
C.) Különleges kivitelezés		ZZ

1. ALAK	2. HÁTSZÖG	3. TÜRÉS	4. KIVITEL	5. ÉLHOSSZ	6. VASTAGSÁG	7. CSÚCS	ÉL	FORG. IRÁNY
S	P	G	N	12	03	08		

Példa: négyzet alakú váltólapka 11°-os hátszöggel, G pontossággal, középfurat- és forgácstörő nélkül, 12,7 mm-es élhosszal, 3,18 mm-es vastagsággal és 0,8 mm-es csúcs-sugárral.
 Megjegyzés: A, F, és J illetve C és H tűrésű lapkáknál különböző a belítható kör (d₀) tűrése.

0°	N
3°	A
5°	B
7°	C
11°	P
15°	D
20°	E
25°	F
30°	G

Középfurat és forgácstörő nélkül		N
Középfurattal forgácstörő nélkül		A
Furat nélkül, kétoldali forgácstörővel		F
Középfurattal és egyoldali forgácstörővel		M
Középfurattal és kétoldali forgácstörővel		G
Furat nélkül, egyik oldalon különleges forgácstörővel		R
Különleges kivitel		X

mm	kód
2,38	02
3,18	03
4,76	04
6,25	06
7,94	07
9,53	09

Éles	F	Jobbos	R
Lekerekített	E	Balos	L
Letört	T		
Letört és lekerekített	S	Semleges	N

Kiegészítő jelzések

Váltóélű lapkák ISO jelölési rendszere

Szabványos keményfém és gyorsacél forgácsológépek

Ssz.	A szerszám neve	Keményfém, gyorsacél			Szárkeresztmetszet tájékoztató adatok
		ISO	MSZ	MSZ	mm
1.	Egyenes forgácsológép	1	1901	1287	10x10...50x50
2.	Hajlított forgácsológép	2	1902	1288	10x10...50x50
3.	Sarok forgácsológép	3	1908	-	16x10...50x32
4.	Széles forgácsológép	4	1909	-	20x12...50x32
5.	Homlokélű forgácsológép	5	1903	1289	20x20...50x50
6.	Oldalélű forgácsológép	6	1904	1290	10x10...50x50
7.	Szűrő forgácsológép	7	1910	1294	12x8...50x32
8.	Furatkés, átmenőfurathoz	8	1912 (1979)	1286	8x8...32x32
9.	Furatkés, zsákfurathoz	9	1913 (1988)	1297	8x8...32x32
10.	Hegyes forgácsológép	-	1905	1291	16x10...40x25
11.	Beszűrő furatkés	-	-	1299	16x16...40x40
12.	Hajlított sugaras forgácsológép	-	1906	1292	20x12...40x25

Mdb. befogása és helyzetének meghatározása

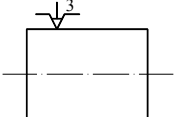
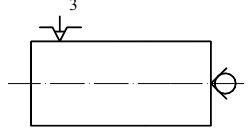
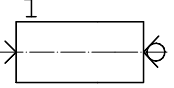
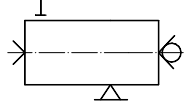
Helyzet meghatározás: a mdb.-ot megismételhetően hozzárendeljük a szersz.gép koordináta rendszeréhez.

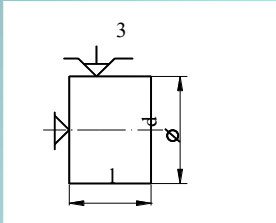
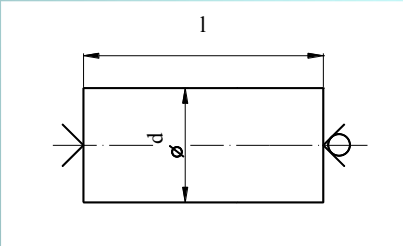
Helyzet meghatározás áll:

- sugárirányú helyzet meghatározásból (központosítás)
- tengelyirányú helyzet meghatározásból (ütköztetés)

Mdb. befogásának alapesetei:

- befogás tokmányba ; $l/d < 3...4 < (1...2)$
- befogás tokmányba, csúccsal való megtámasztás;
 $l/d > 3..4$
- befogás csúcsok közé; $6 < l/d < 12$; $l/d > 12 + \text{báb}$

$\frac{1}{d} \frac{(\text{hossz})}{(\text{átmérő})}$	A befogás módja	A befogás eszköze	A befogás jelölése
$\frac{1}{d} \leq 3 \div 4$	Befogás lebegve	Tokmány, síktárcsa, vagy főorsóba fogott túske	
$3 \div 4 < \frac{1}{d} < 8 \div 12$	Befogás tokmányba és csúccsal megtámasztva	Tokmány és támasztócsúcs	
	Befogás csúcsok közé	Mellső és hátsó csúcs, menesztés	
$\frac{1}{d} > 8 \div 12$	Befogás csúcsok közé és bábbal támasztva	Mellső és hátsó csúcs és támasztás bábbal, menesztés	

Befogási mód	Stabil	Félstabil	Labilis
1. 	$l < d$	$l = (1 \dots 2)d$	$l > 2d$
2. 	$l < 6d$ és $d > 60\text{mm}$	$l = (6 \dots 12)d$ és $1 < 60\text{mm}$	$l > 12d$

Befogási módok esztergálásnál

Központosítás szerszámelemei

Központosítás

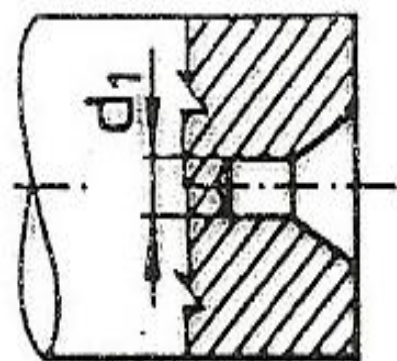
- 3 vagy 4 pofás önközpontosító tokmány: pofák egyszerre mozognak
- központfúró
- síktárca: 4 szorítópofája külön-külön állítható, nem forgástart alakú
mdb, egyedi megmunkáláshoz, befogás hosszú idejű, körülményes
- szorítóhüvelyek: automata- vagy revolveresztergán, ún. rúdmunkánál

Ütköztetés: tokmánypofán vagy tokmánytesten

Csúcsokkal való központosítás elemei: normál- (60° -os), fél-, kitérő-, forgó-, forgató csúcs.

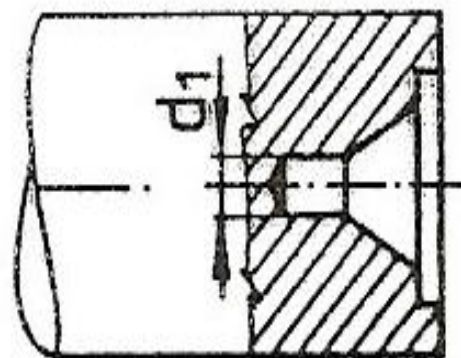
- nyomatékátadás (menesztés):
 - esztergaszívvel
 - forgatócsúccsal (kőrmös csúcs)

Tüskék: furatos mdb.-ok befogására



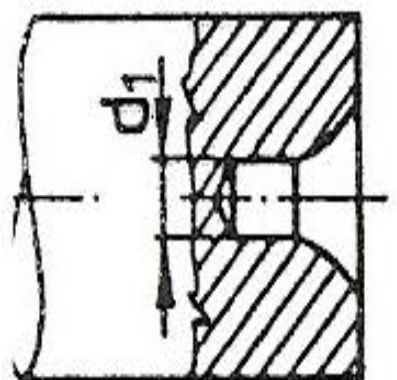
A alak

$d_1 = 0,5 \dots 50 \text{ mm}$



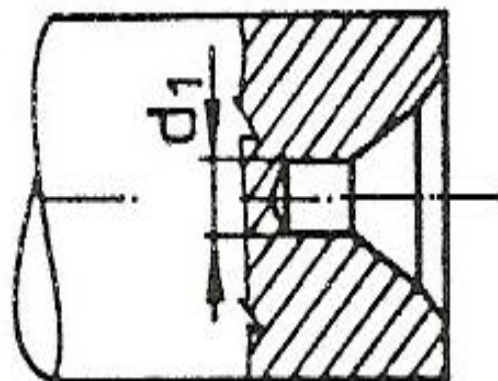
B alak

$d_1 = 1 \dots 50$



R alak

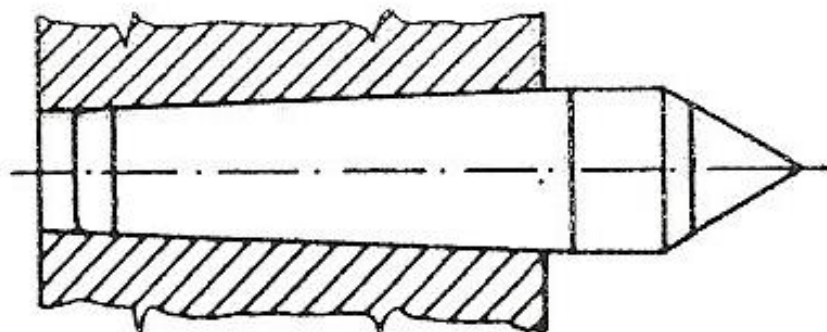
$d_1 = 0,5 \dots 12,5 \text{ mm}$



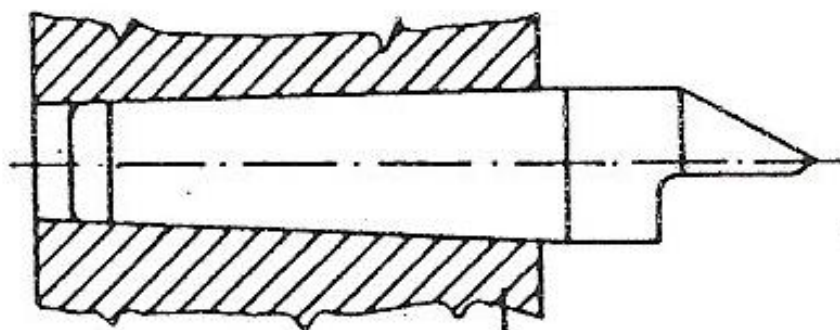
C alak

$d_1 = 1 \dots 50 \text{ mm}$

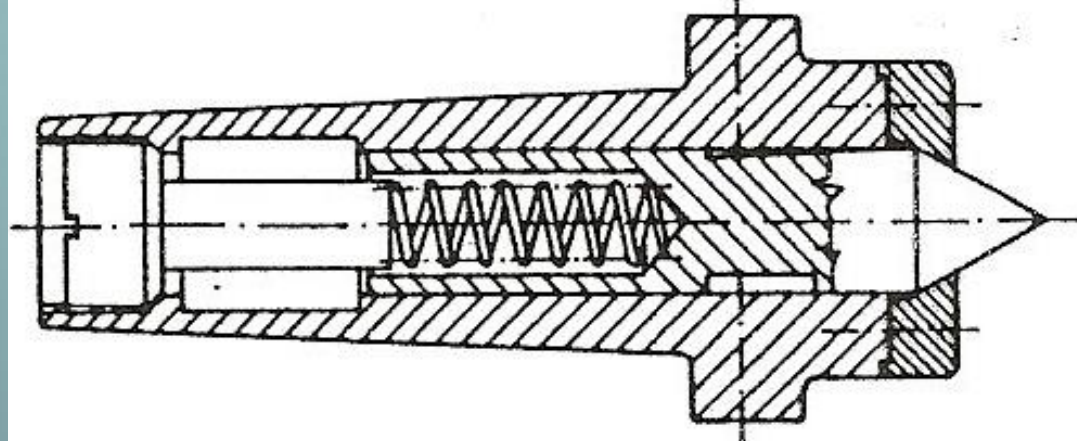
A központfuratok alakja
(Méretek DIN 332 szerint)



a, normál-,

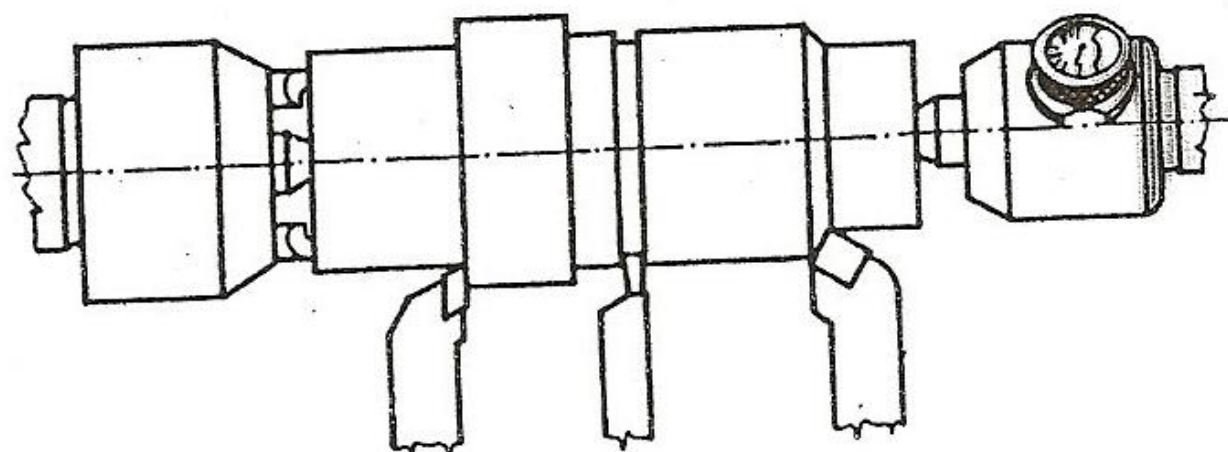
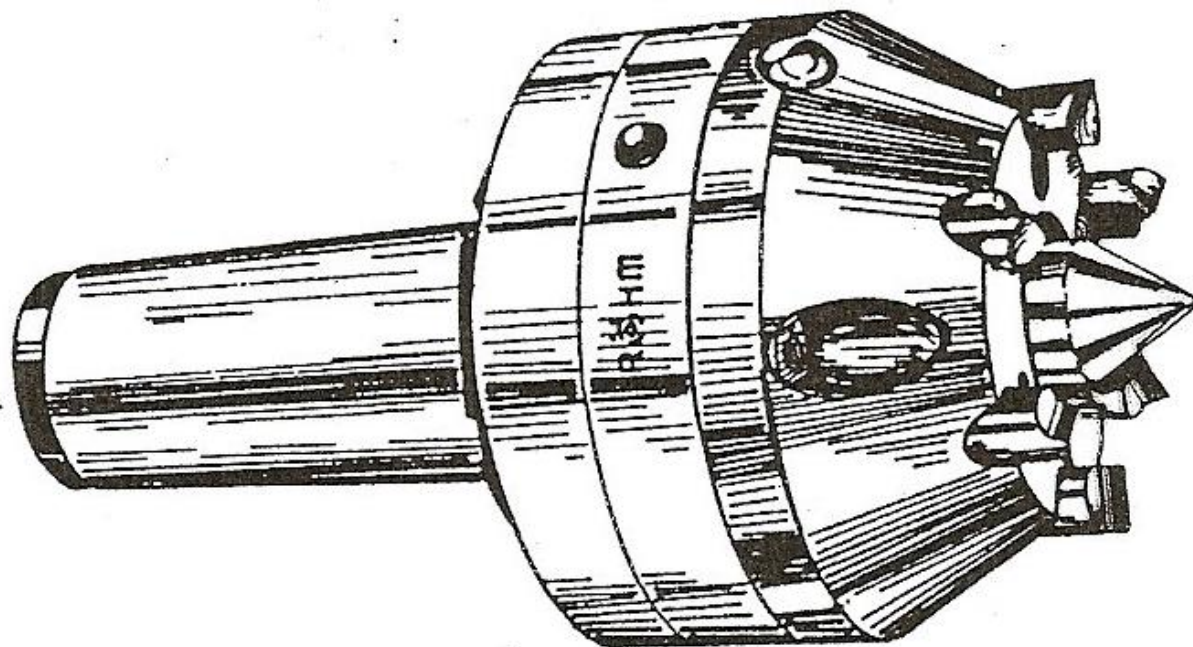


b, fél-,

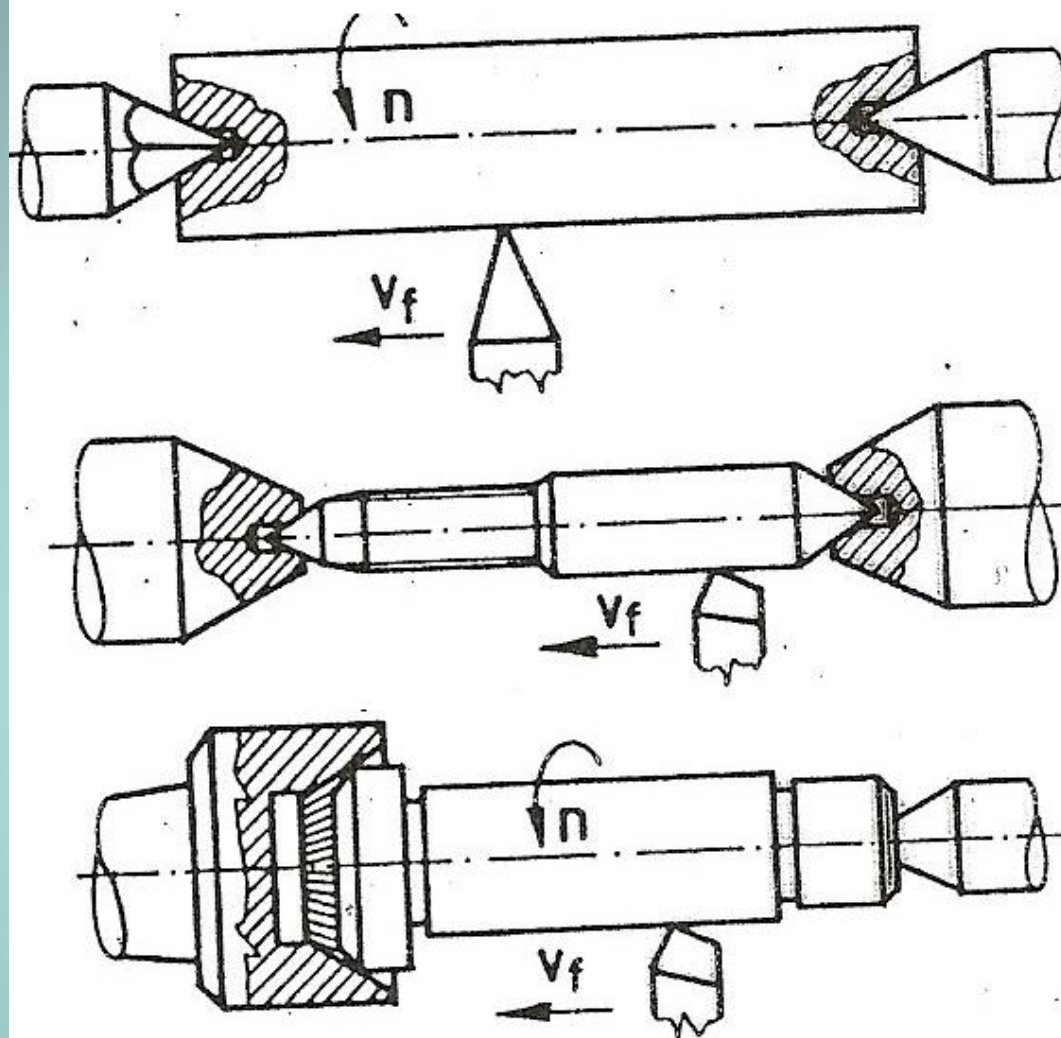


c, kitérőcsúcs

Esztergacsúcsok



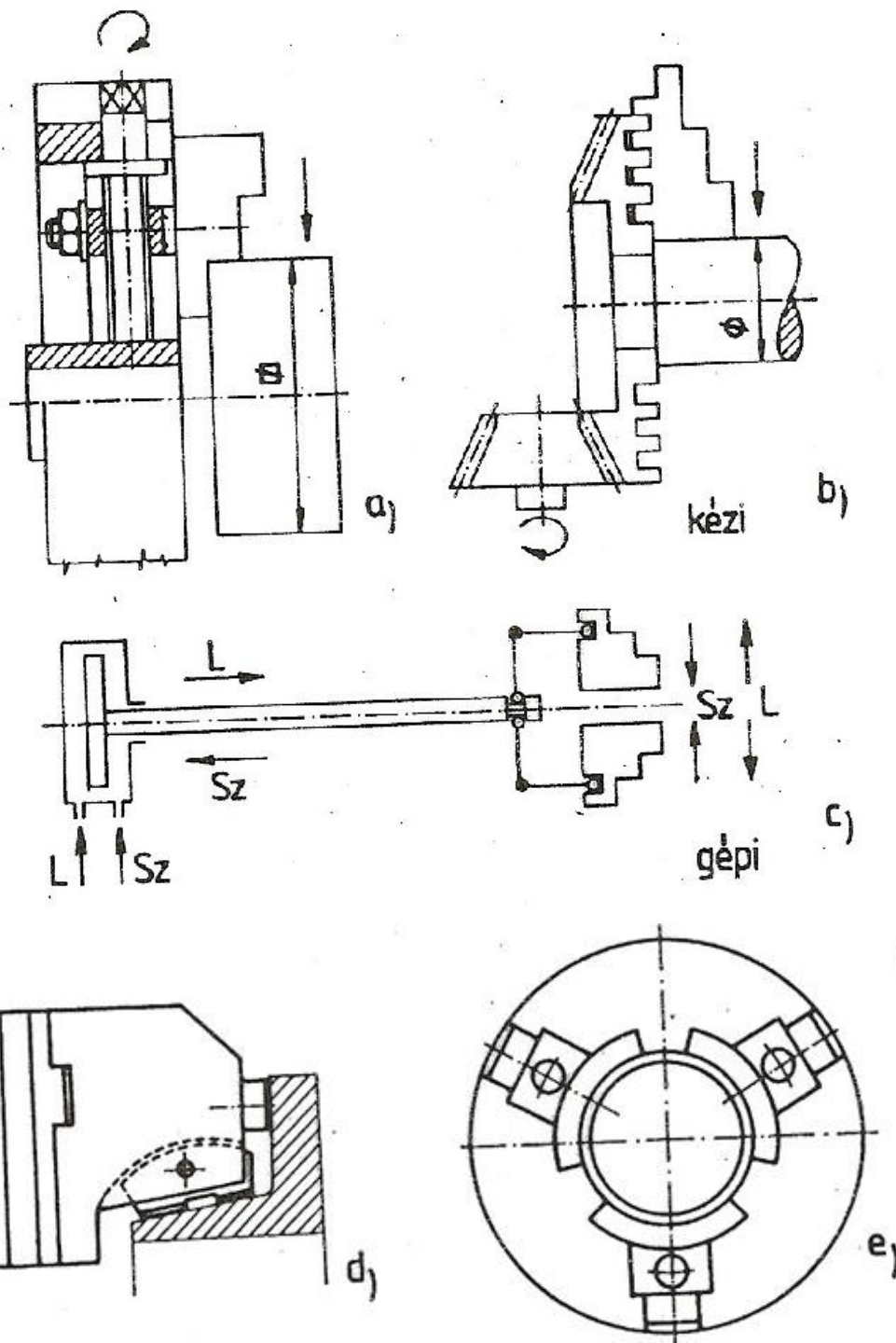
Körmös csúcs
a, szerkezeti kivitel b, alkalmazása



Különleges csúcsok

a, piramis alakú b, negatív csúcs

c, forgató harangcsúcs



Síktárcsa és tokmány

a, síktárcsa

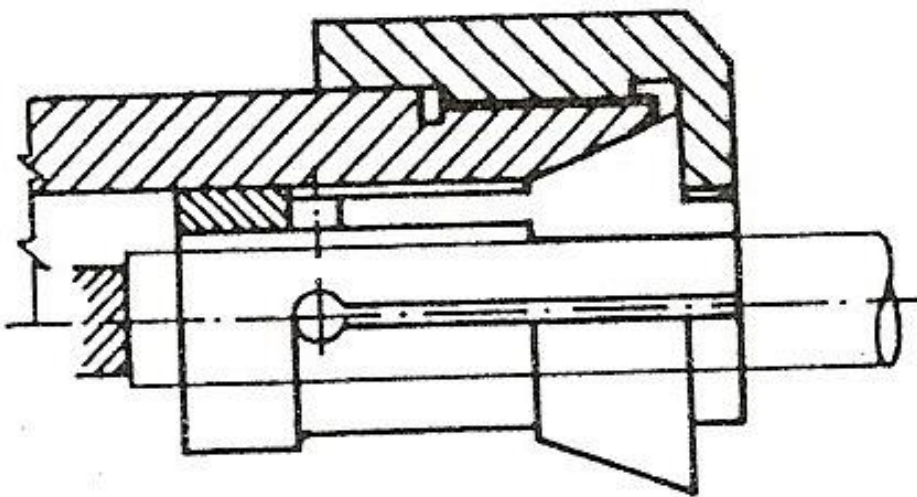
b, tokmány

c, gépi meghúzású
tokmány

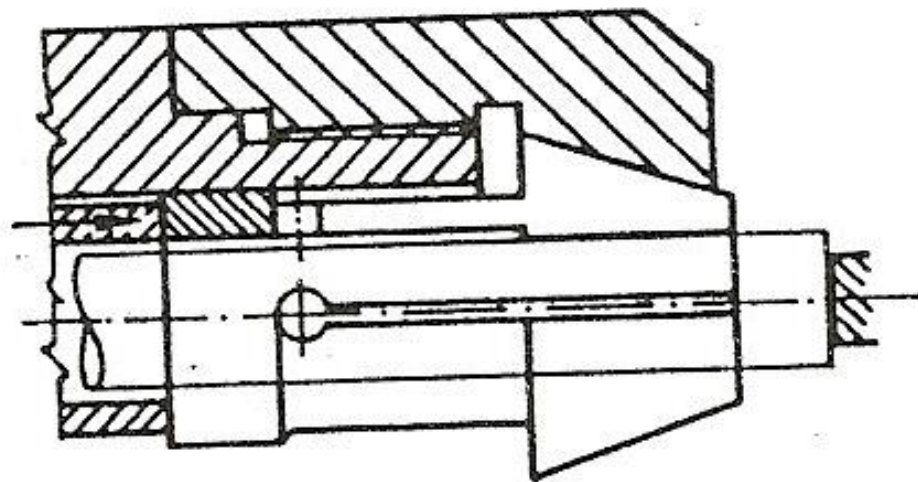
d, tokmánypofa kúpos
felülethez

e, tokmánypofa
vékonyfalú perselyhez

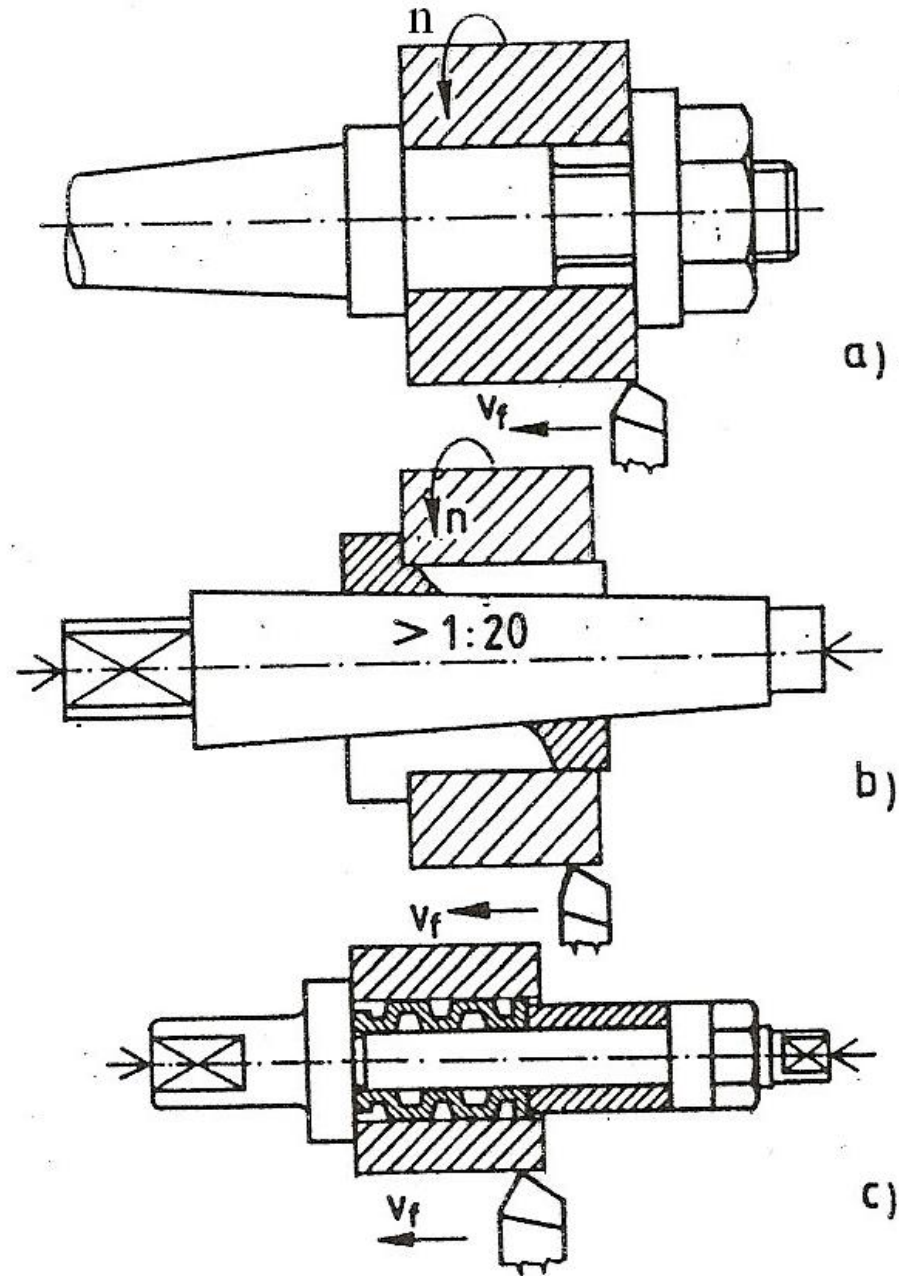
Szorítóhüvelyek



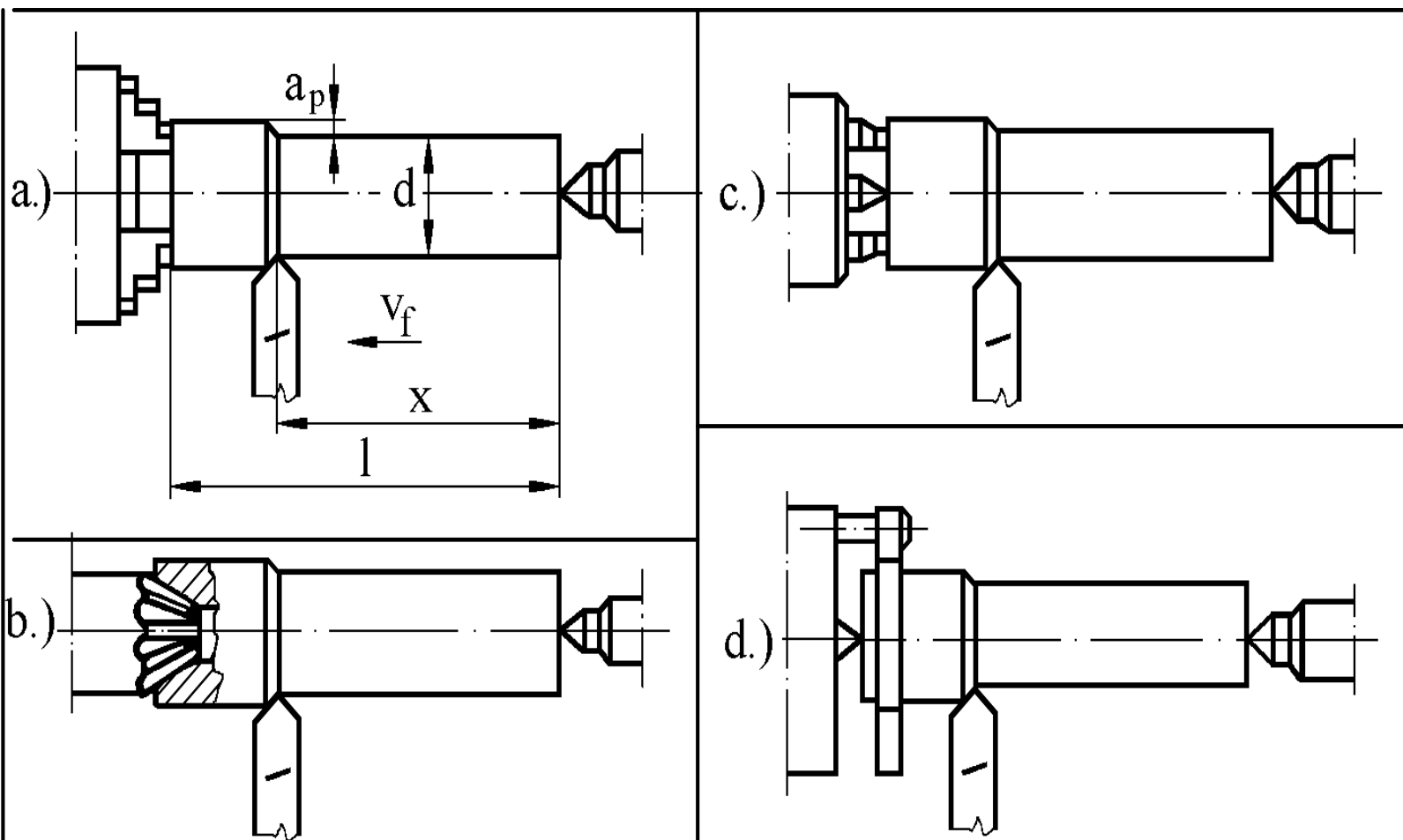
a, ütközés hátul



b, ütközés elől



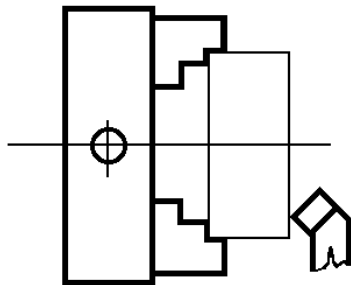
Esztergatüskék
a, hengeres b, kúpos c, rugalmas (táguló)



Tengelyek befogásának és menesztésének főbb változatai

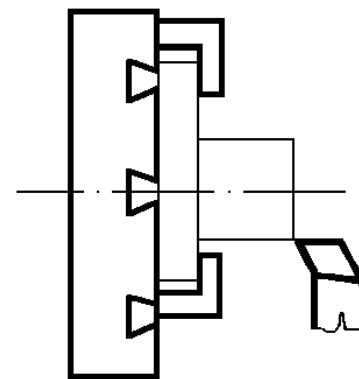
- a, befogás önközpontosító tokmányba, támasztó csúccsal
- b, befogás csúcsok közé (az egyik csúcs kúpos menesztő)
- c, befogás csúcsok közé, menesztés homlok menesztővel
- d, befogás csúcsok közé, menesztés esztergaszívvvel

a)



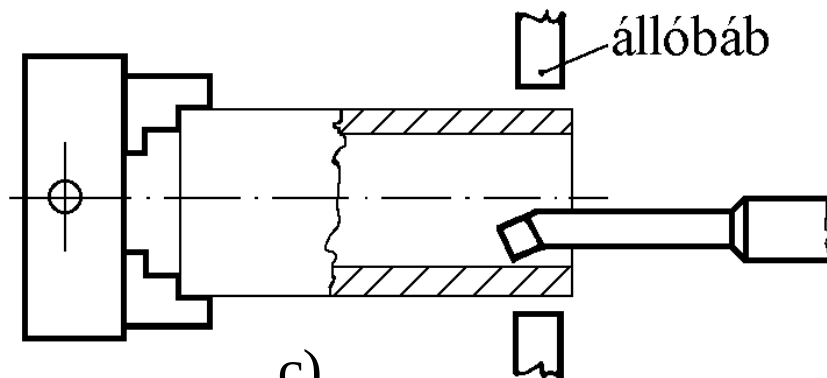
Befogás tokmányba

b)



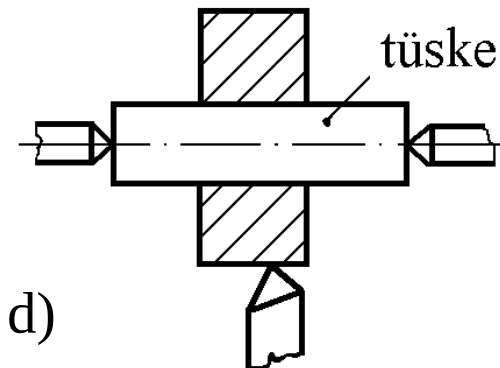
Felfogás síktárcsán

c)



Befogás tokmányba, támasztás bábbal

d)



Tárcsa tükén, csúcsok között

Tárcsák, hüvelyek befogásának főbb esetei

Megmunkálási pontosság és azt befolyásoló tényezők

Esztergálásnál a megmunkálási pontosságot befolyásoló tényezők:

- MKGS rendszer geometriai pontatlanságából származó hiba (beállítási hibák eredője)
- MKGS rendszer rugalmas alakváltozásából eredő hiba
- szerszámkopás okozta hiba
- forgácsolási hő okozta hiba

Mdb. rugalmas alakváltozásából származó hiba:

$$f = \frac{F_p \cdot l^3}{K \cdot E \cdot I} \quad [\text{mm}]$$

ahol:

- f - a munkadarab maximális lehajlása (mm)
- l - a munkadarab hossza (mm)
- F_p -a fogásvételirányú erő (N)
- K - modell állandó
- E - a munkadarab anyagának rugalmassági modulusa (N/mm²)
- I - a munkadarab szelvényének másodrendű nyomatéka (mm⁴)

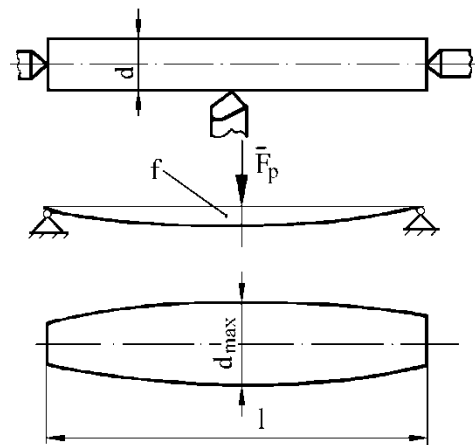
$$F_p = K_p \cdot F_c \left(\approx \frac{1}{3} F_c \right)$$

$K = 48$ kéttámaszú tartó (2db csúcs)

$K = 102$ befogott és a végén támasztott tartó (tokmány + csúcs)

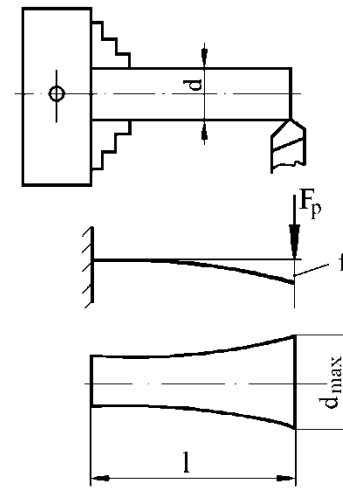
$K = 3$ egyik végén befogott tartó (tokmány)

átmérőhiba: $\Delta d = d_{\max} - d_0 = 2f$



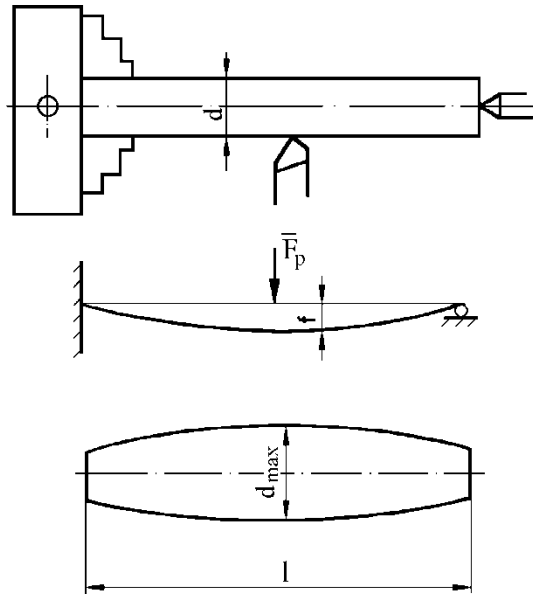
$K=48$

Tengely csúcsok között



$K=3$

Rövid tengely tokmányban



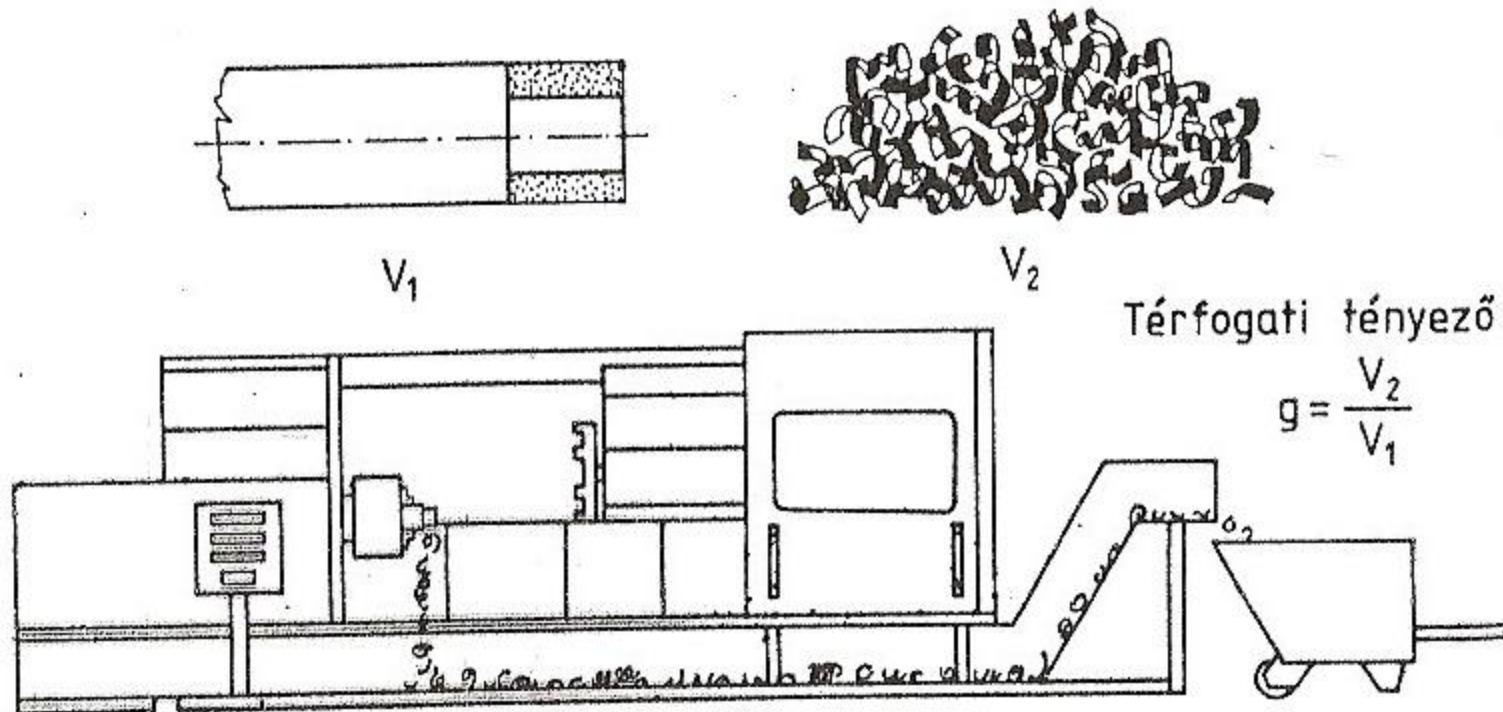
$K=102$

Tengely tokmányban, csúccsal támasztva

A munkadarab rugalmas alakváltozásából eredő hiba

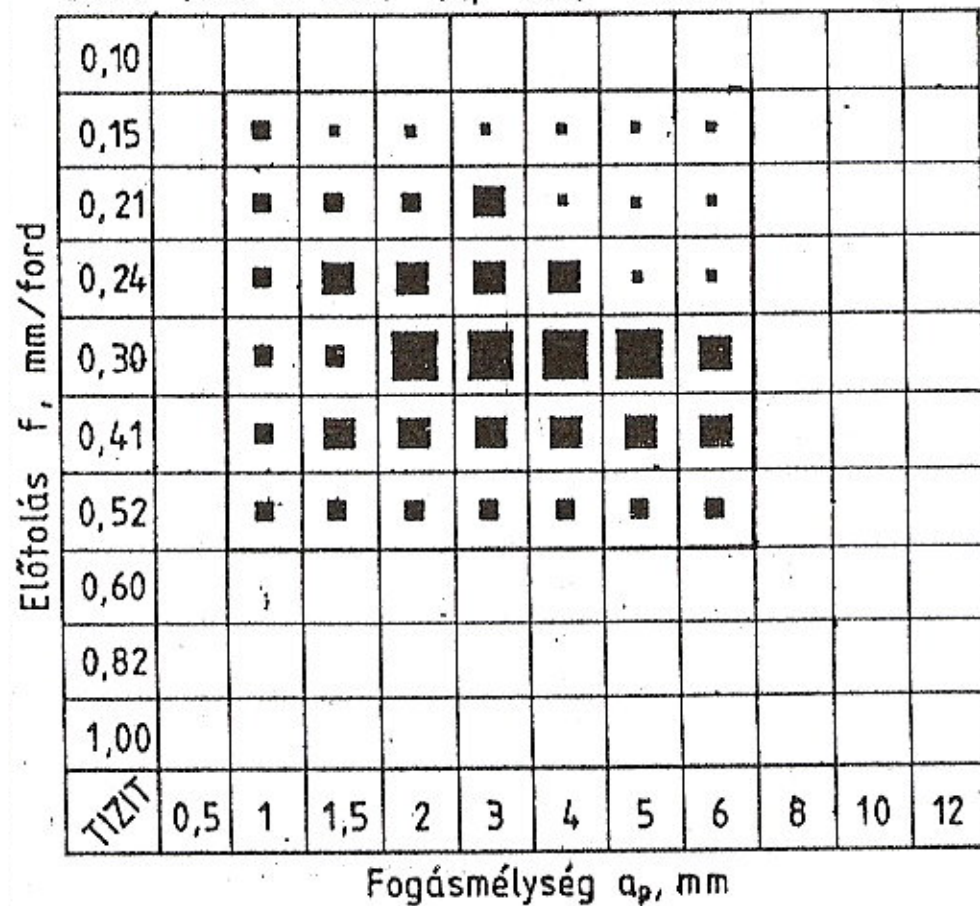
Forgácskezelés

CNC gépeknél automatikusan történik, forgács törését a HM váltólapkák (meghatározott a_p ; f ; v_c mellett) automatikusan elvégzik. $g = 5 \dots 10$



Automatikus forgácseltávolítás

CK45 (700 N/mm²) $\alpha_r = 95^\circ$, CNMM 1204 $v_c = 150$ m/min



kiváló forgácstörés



nagyon jó forgácstörés



elfogadható forgácstörés

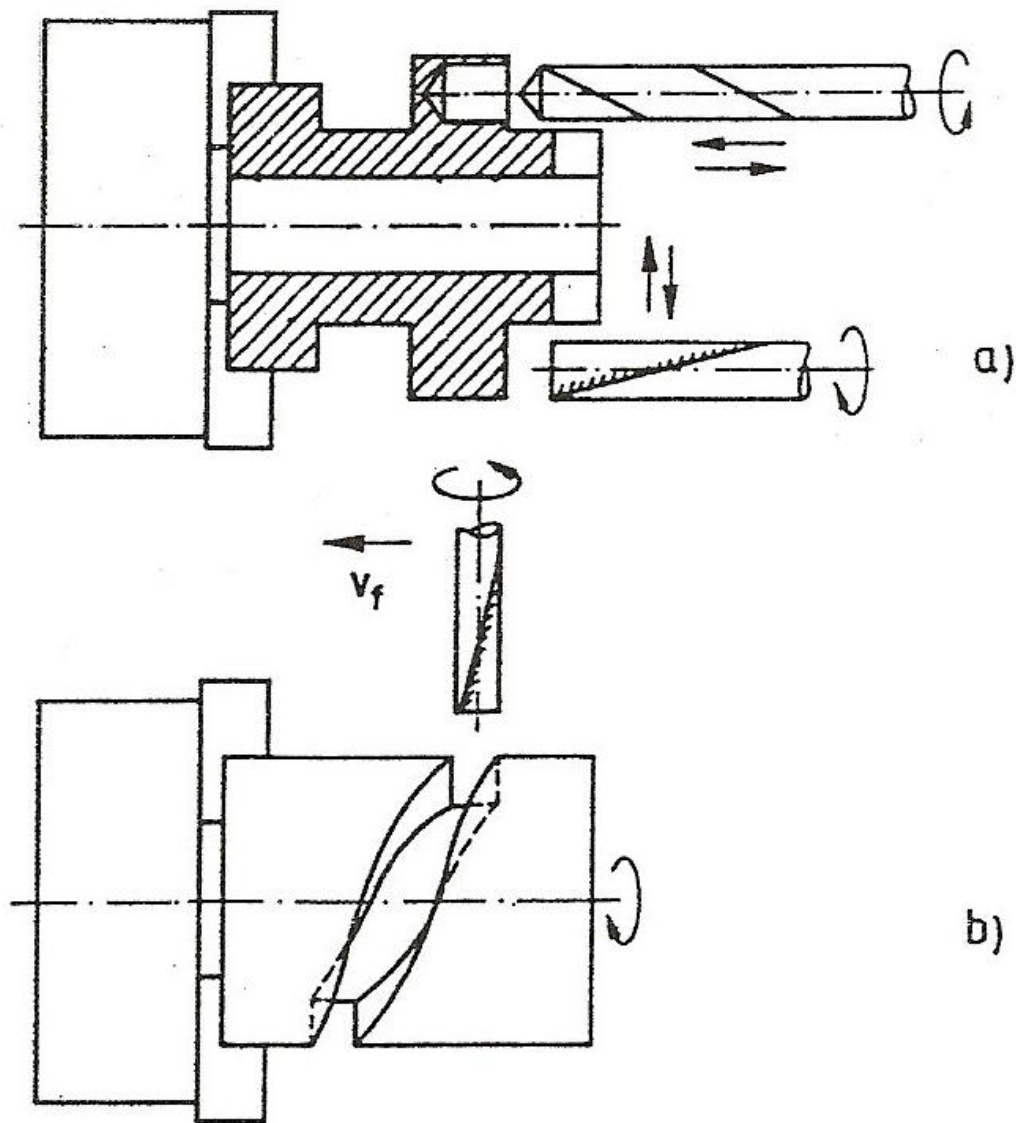


nem megfelelő forgácstörés

Forgácstörési diagram

Esztergálás fejlesztési irányzatai

- komplex megmunkálás irányába történő fejlesztés,
- ferdeszános kialakítás, revolverfejes késtartó,
- forgószerszám alkalmazása (fúró, maró és a harmadik vezérelt tengely); (fúrási, marási feladatok elvégezhetők a mdb. kifogása nélkül),
- automatizált mdb. csere, szerszám csere, kiegészítve az automatizált méretellenőrzéssel az esztergagépet eszterga központtá, eszterga cellává fejleszti,
- két főorsó → automatikus mdb. fordítás.



Komplex megmunkálás

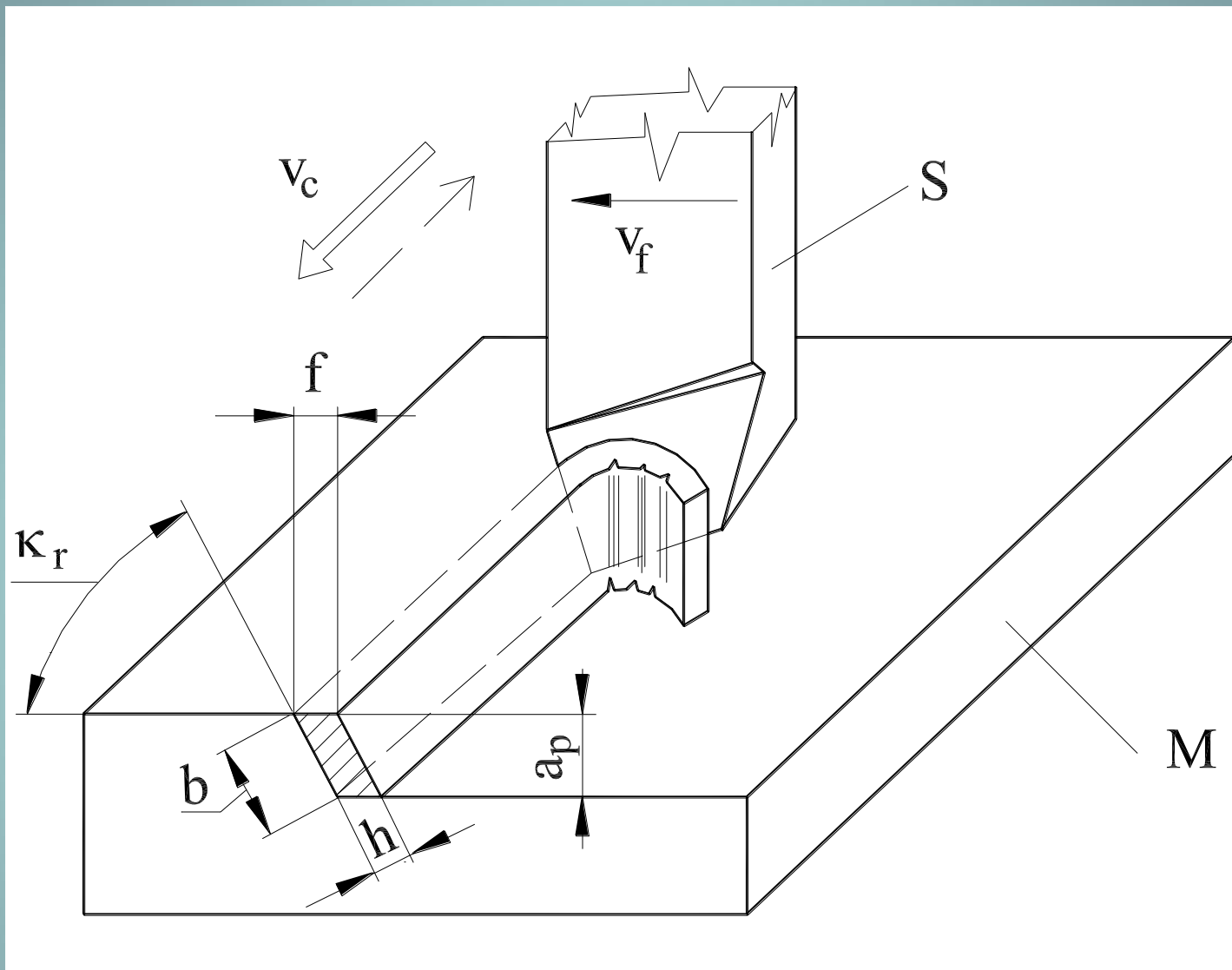
- a, forgószerszámok álló munkadarabot forgácsolnak
- b, csavarhoronymarás tengelyre merőleges szerszámmal

Gyalulás

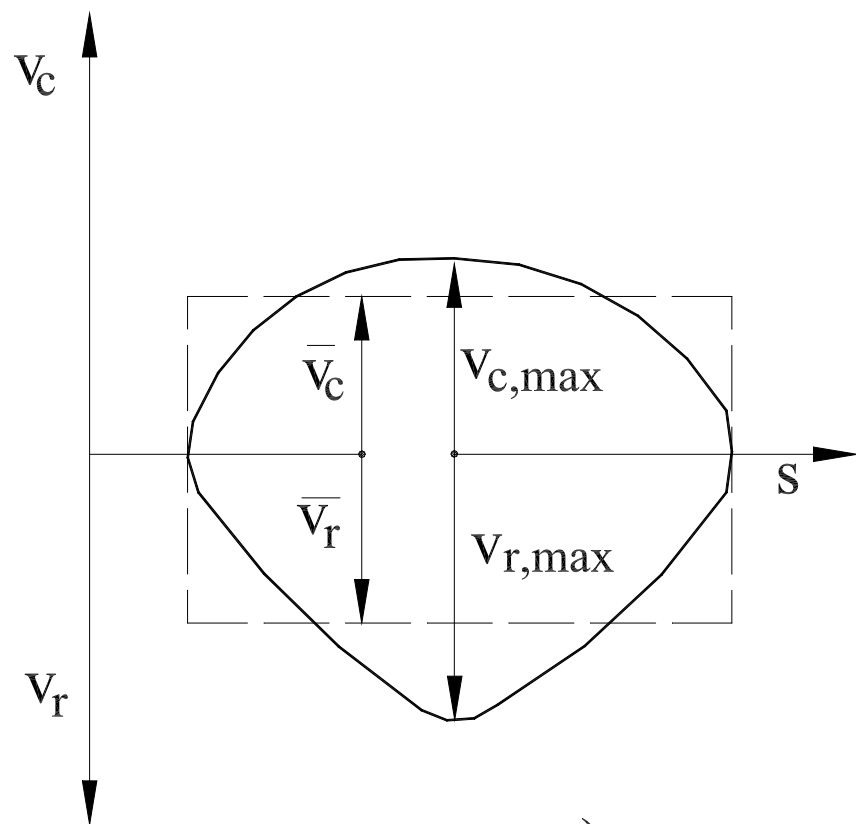
Olyan forgácsolási eljárás, ahol a **forgácsoló főmozgás egyenes vonalú alternáló** (mdb. végzi: hossz-gyalulás; szerszám végzi: haránt-gyalulás).

Mellékmozgás: két egymásra merőleges, szakaszos (mdb. és szerszám is végezheti).

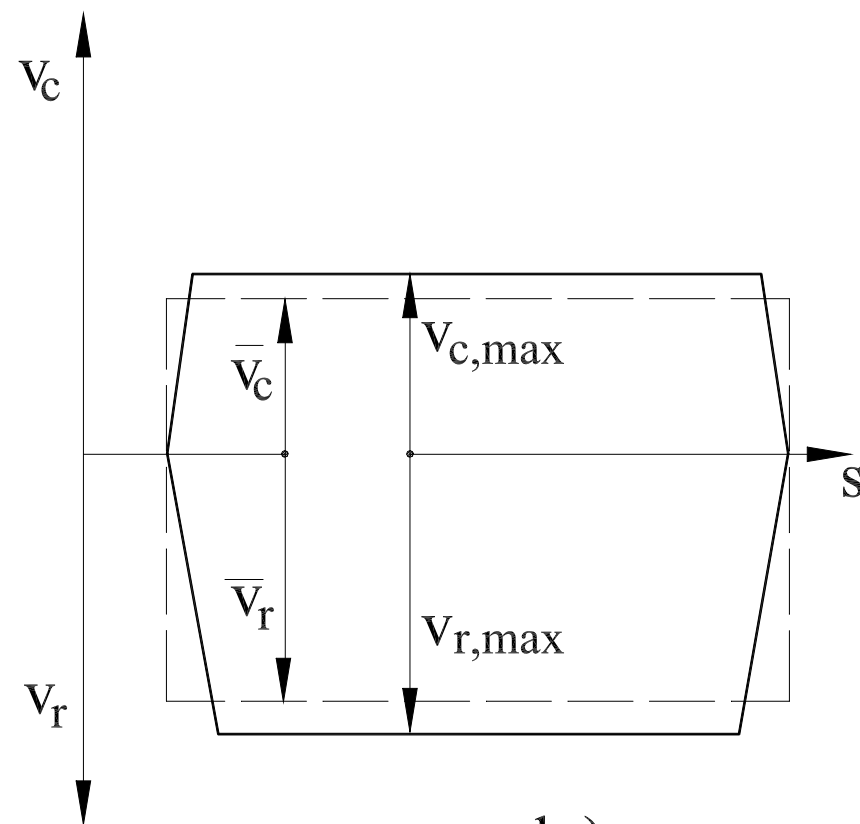
Forgács leválasztás folyamata megegyezik az esztergáláséval. **Eltérés:** forgács leválasztás szakaszos, csak munkalökethen van, irányváltás utáni hátramenet üreslökethen. Hátsó irányváltásnál történik az előtolás.



A gyalulás forgácsolási viszonyai



a.)



b.)

Sebességviszonyok gyalulásnál (vésésnél)
a, mechanikus (lengőhimbás harántgyalugép)
b, hidraulikus hajtás hosszgyalugép

Sebességviszonyok gyalulásnál

Lengőhimbás h.mű: $v_r = q \cdot v_c$; $q = 1,5 \div 2$ mechanikus, harántgy.

Hidraulikus hajtómű: $v_r \cong q \cdot v_c$; $q = 1,5 \div 3,5$ hidraulikus, hosszgy.

$$\bar{v}_c = \frac{2L \cdot n_k}{1000} [\text{m/p}] \rightarrow n_k = \dots$$

$$\bar{v}_c \cong 10 \div 25(40) [\text{m/p}]$$

További technológiai adatok:

f [mm/kl]; a_p ; F_c ; P_h ; v_c : esztergálásnál tanultak szerint:

$$v_{calk} = v_0 \cdot K \cdot K_m \text{ - szerszám ütésszerű igénybevétele}$$

Forgácsoló erő és teljesítmény

$$F_c = k_c \cdot A_c = k_c \cdot f \cdot a_p [\text{N}] \quad A_c = b \cdot h [\text{mm}^2]; \quad h = f \cdot \sin \kappa_r [\text{mm}]$$

$$k_c = k_{c1.1} \cdot h^{-z} \cdot K_v \cdot K_\gamma \cdot K_k \cdot K_s \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot \bar{v}_c}{60 \cdot 10^3} [\text{kW}]; \quad P_\circ = \frac{P_c}{\eta} [\text{kW}]$$

$$\bar{v}_c = \frac{2L \cdot n_k}{1000} \left[\frac{\text{m}}{\text{p}} \right] \quad \bar{v}_c = 20 \dots 40 \left[\frac{\text{m}}{\text{p}} \right] \quad n_k = \frac{\bar{v}_c \cdot 1000}{2L} [\text{kl}]$$

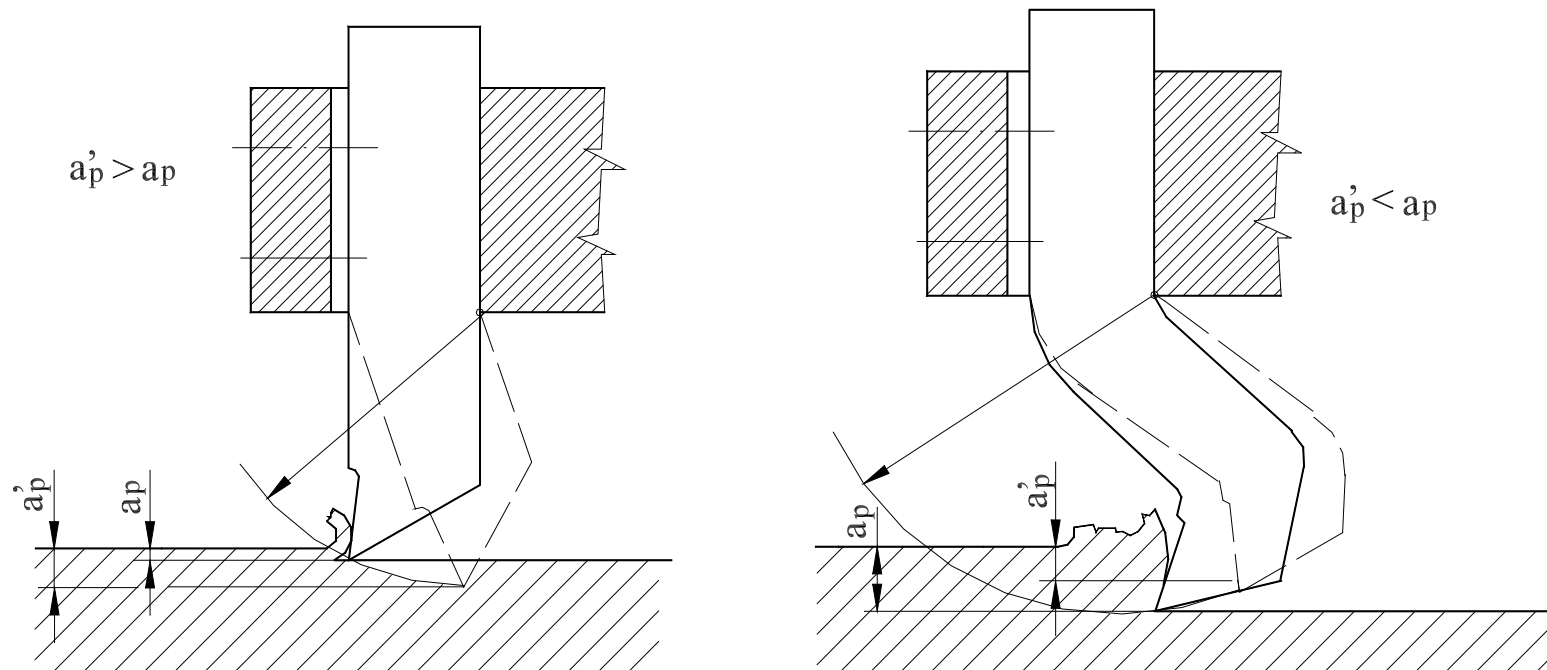
Teljesítmény felvétel ↑:

- vezetékek súrlódása
- nagy tömegek irányváltásához szükséges tehetetlenségi erők →

$$\eta = 0,4-0,6.$$

Gyalulás szerszámai

- egyélű forgácsoló kések, gyakorlatilag megegyeznek az eszterga késekkel
- alkalmazott rövid késbonyulás $\rightarrow$ hátrahajlik, bevág az anyagba elkerülése: könyökös gyalukés
- ütésszerű igénybevétel: szívós anyag: HSS, DA40, DA50



Gyalulás alkalmazási területei

-Egyedi és kissorozat gyártásban: keskeny, sík és egyenes alkotójú, alakos felületek megmunkálására (hosszú, keskeny felületek, ágyvezetékek (10m-es lökethossz), lemezszélek megmunkálása.

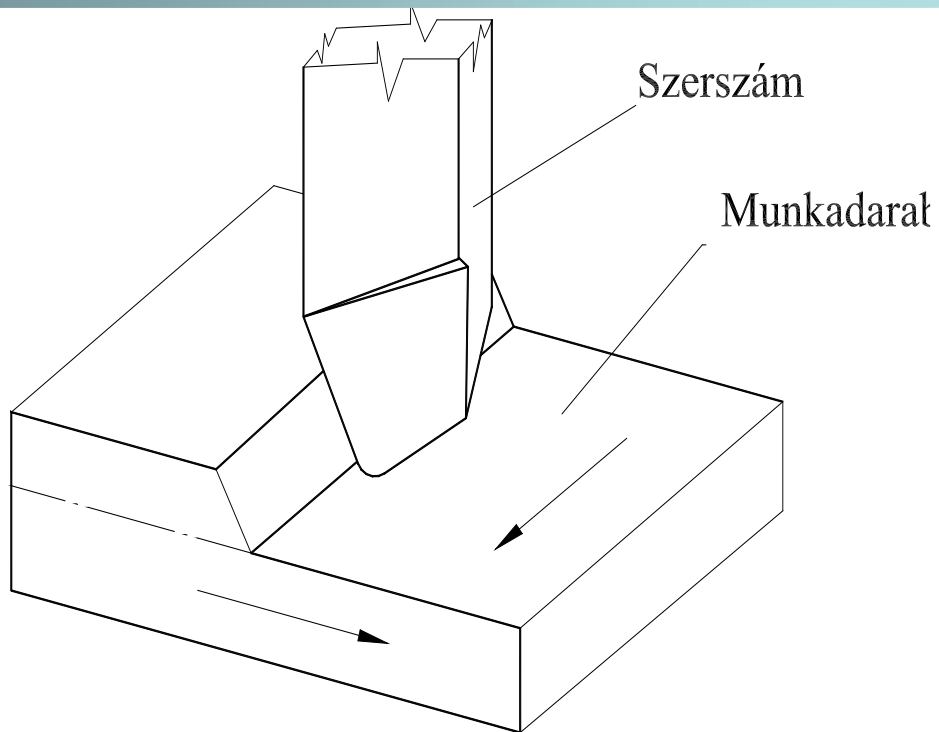
-ritkán alkalmazzák; (másológyalulás).

Nagyolás: IT12; $R_a=12,5\ldots100\mu\text{m}$

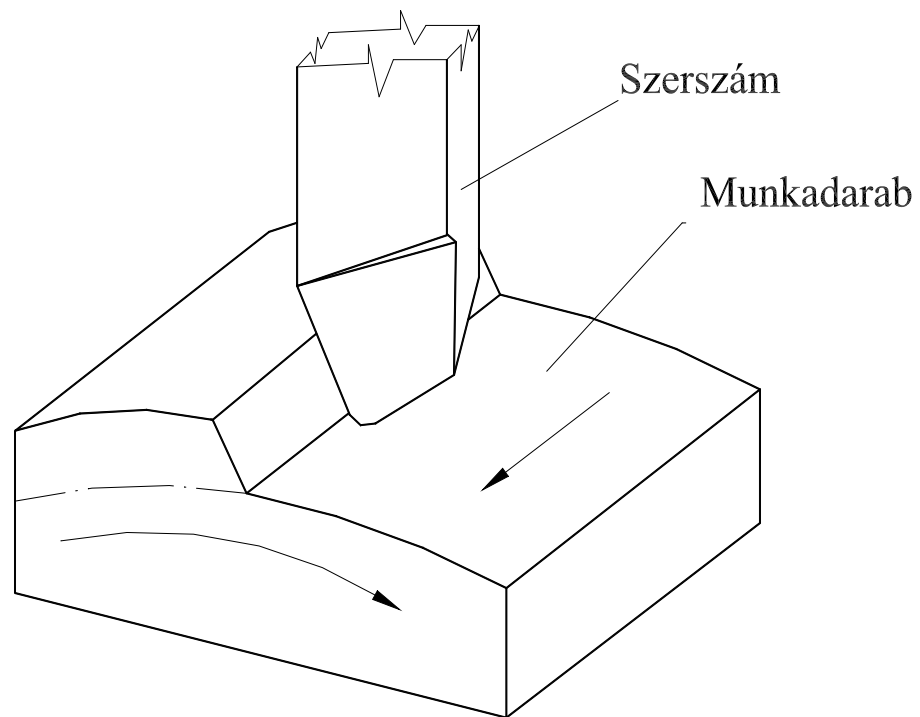
Simítás: IT9; $R_a=3,2\ldots12,5\mu\text{m}$.

Előnyei: szerszám és gép egyszerű, olcsó, könnyű átállítás.

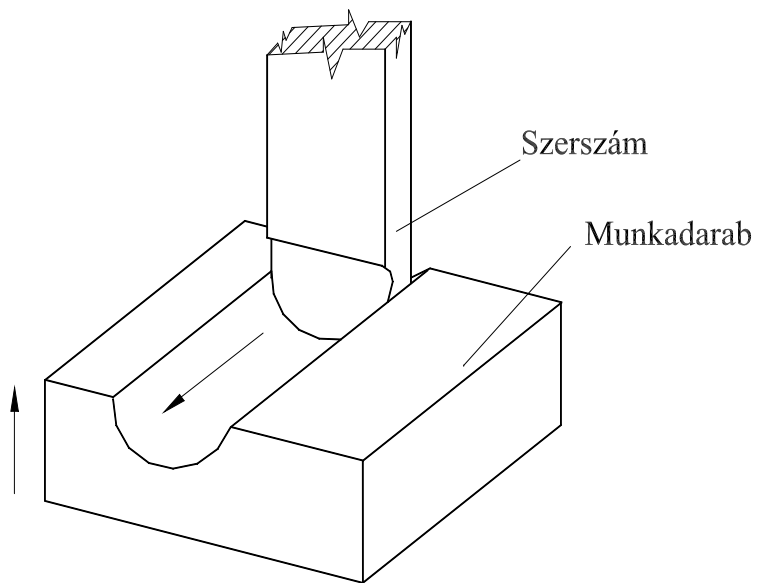
Hátrányai: szakaszos forgácsoló mozgás → kis termelékenység.



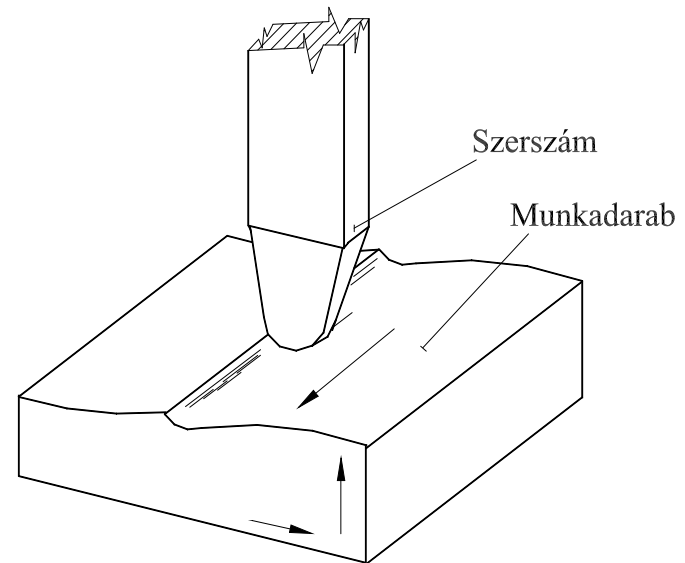
Síkgyalulás



Hengerfelület-
gyalulás



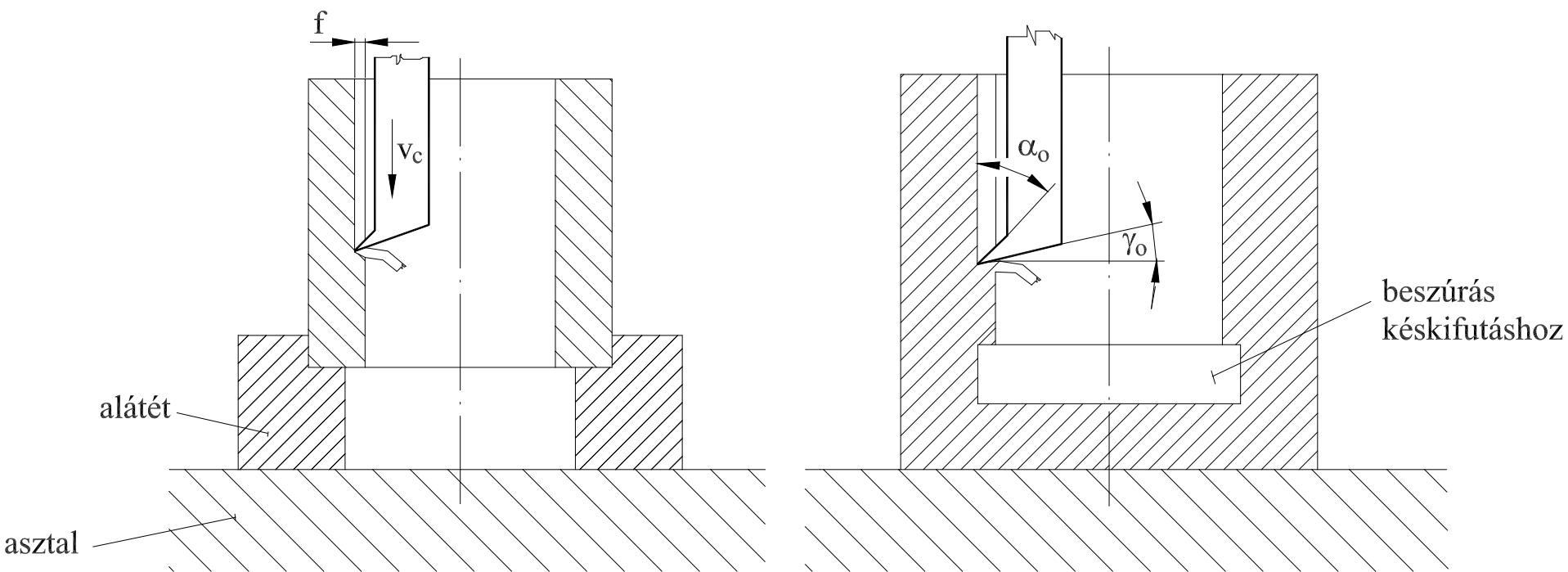
Profilozó gyalulás



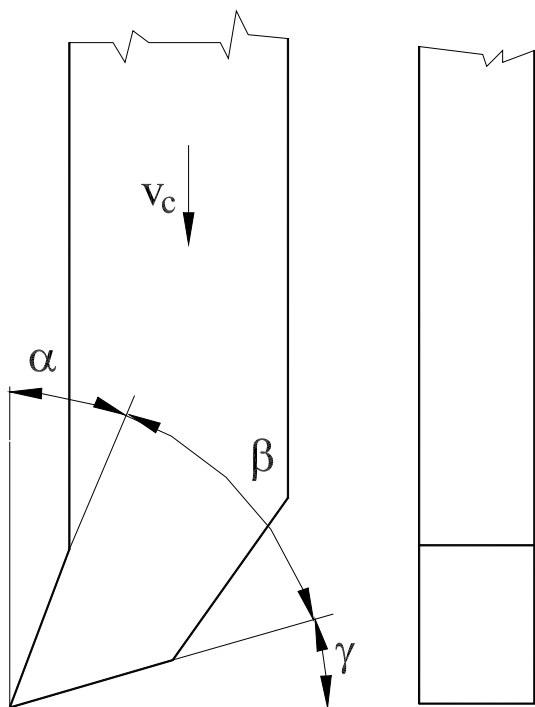
Alakgyalulás

Vésés

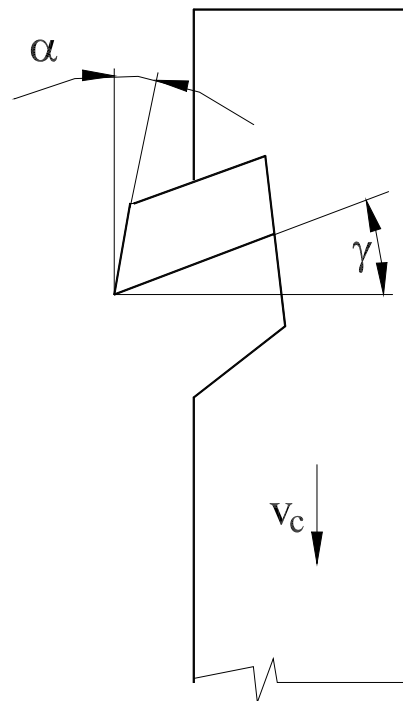
- Olyan gyalulás, melynél a forgácsoló főmozgás függőleges irányú, alternáló;
- Belső hornyok, üregek, alakzatok megmunkálására, belső ékpályák, fogazások, alakos lyukak készítésére;
- Termelékenysége kicsi, kevésbé pontos (egyedi és kissorozat gyártás);
- Mdb.-ot gépasztalra, satuba vagy körasztalra fogjuk;
alátét: késkifutás biztosítására,
zsákfuratok: alászúrás,
- Különleges esetek: alakvésés, bélyegkészítés.



A vésőkések működési feltételei



a.)

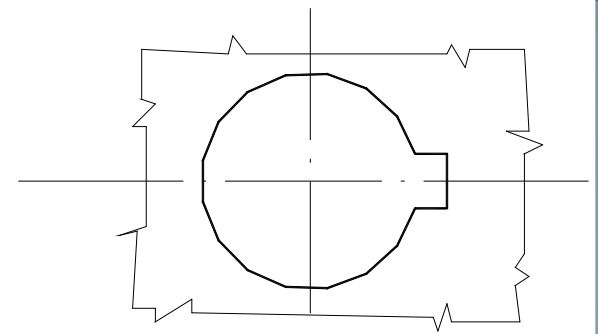
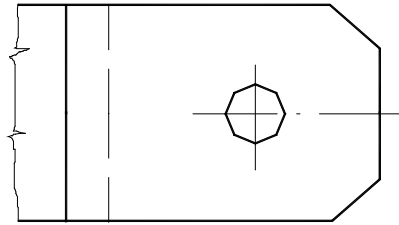
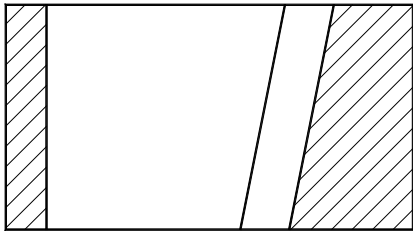


b.)

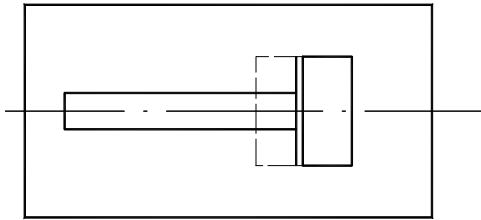
Vésőkések típusai és élgeometriája

a.) gyorsacél vésőkés,

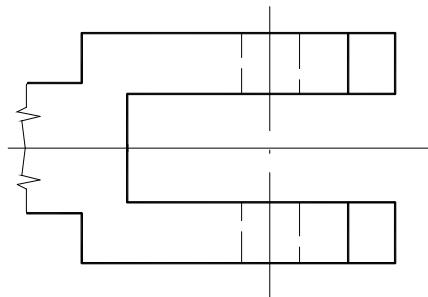
b.) forrasztott keményfémlapkás horonyhúzó



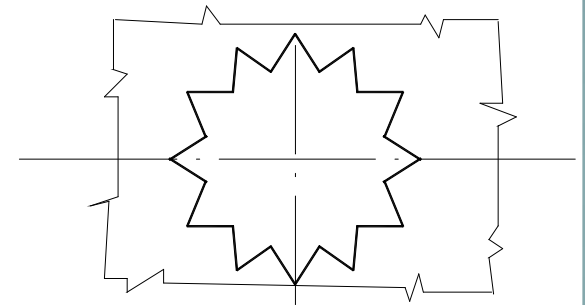
c.)



a.)



b.)



d.)

Véséssel előállított munkadarabok

a.) vezető elem,

b.) villa,

c.) reteszhorony,

d.) barázda fogazat (lehet kúpos is)