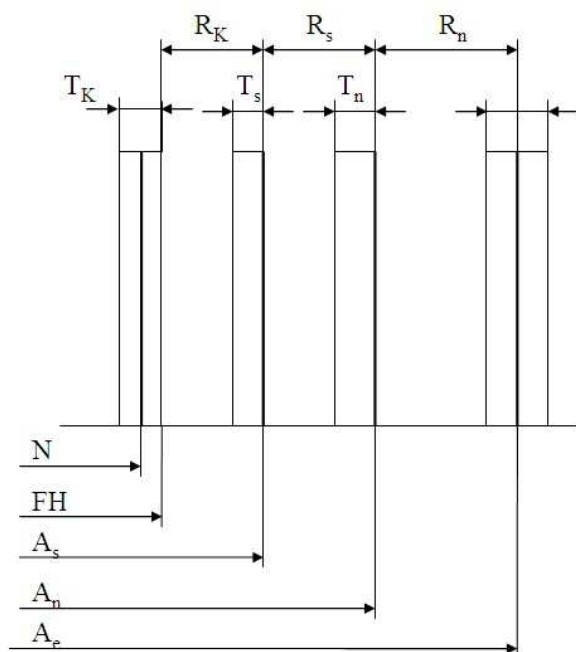


Forgácsolástechnológia alapjai
Segédlet a *Tengely gyártástervezési feladathoz*
 Dr Váradi András, Dr Mikó Balázs

Ráhagyások felépítése külső méret esetén



N – Névleges méret
 FN – Felső határméter
 A_s, A_n, A_e – simítási, nagyolási, előgyártmány alpméter
 R_k, R_s, R_n – köszörülési, simítási, nagyolási ráhagyás
 T_k, T_s, T_n – köszörülési, simítási, nagyolási tűrés
 T_e – előgyártmány tűrés
 Az előgyártmány alpmérete:
 $A_e = FN + R_k + R_s + R_n$

Egyéb előírás hiányában a tűrés megmunkálás közben az anyagba mutat

Ráhagyások nagyságának meghatározása

A ráhagyások ajánlott értékei oldalanként értendők, azaz egy oldalról végzett forgácsolásnál egyszeres, két oldalról végzett megmunkálásnál kétszeres értékkel kell számolni.

R_k – köszörülési ráhagyás IT11
 R_s – simítási ráhagyás IT14
 R_n – nagyolási ráhagyás IT16

A fenti ráhagyások akkor elegendők, ha a megelőző megmunkálás pontossága (tűrése) az alábbi:

T_s – simítási tűrés IT9
 T_n – nagyolási tűrés IT12

A nagyolási ráhagyásnál megadott érték akkor használható, ha az előzetes megmunkálás hengerlés volt.

A számított műveletközi métereket és tűréseket kerekíteni kell az alábbiak szerint:

	Méret	Tűrés
Előgyártás	1	0,5
Nagyolás	0,5	0,05
Simítás	0,1	0,02
Köszörülés	Kész méret	Kész méret tűrése

$$S = A_s^0 - T_s, N = A_n^0 - T_n, E = A_e^{\pm T_e}$$

Alaptűrések, μm

Névleges méret, mm	Tűrésfokokozatok																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3-ig	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1400
3 felett 6-ig	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	1800
6 felett 10-ig	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200
10 felett 18-ig	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
18 felett 30-ig	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
30 felett 50-ig	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
50 felett 80-ig	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
80 felett 120-ig	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
120 felett 180-ig	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
180 felett 250-ig	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
250 felett 315-ig	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
315 felett 400-ig	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
400 felett 500-ig	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

Az IT14...IT18 1 mm alatt nem érvényes.

Általános tűrések új konstrukciók esetén

DIN EN 22 768 (MSZ ISO 2768)

A hossz- és szögméretek általános tűrései

forgácsolással és alakítással előállított daraboknál

Tűrésosztály	Névleges méretek, mm							
	0,5-től 3-ig	3 felett 6-ig	6 felett 30-ig	30 felett 120-ig	120 felett 400-ig	400 felett 1000-ig	1000 felett 2000-ig	2000 felett 4000-ig
	Hosszméretek határeltérései, mm							
f (finom)	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	—
m (közepes)	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
c (durva)	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4
v (nagyon durva)	—	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 8

Tűrésosztály	Névleges méretek, mm			A rövidebb szár névleges méretei, mm				
	0,5-től 3-ig	3 felett 6-ig	6 felett	10-ig	10 felett 50-ig	50 felett 120-ig	120 felett 400-ig	400 felett
	Lekerekítési sugarak és leélezési (letörési) magasságok határeltérései, mm			Szögméretek határeltérései, mm				
f (finom)	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$
m (közepes)								
c (durva)	$\pm 0,4$	± 1	± 2	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 15'$	$\pm 10'$
v (nagyon durva)				$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$

Megadás a rajzon pl. „közepes” tűrésosztály esetén: ISO 2768-m

Mintapélda:

Méret: $\varnothing 60\text{ k}5 \rightarrow \varnothing 60^{+0,015}_{+0,002}$

1. Felső határméret: $FH=60,015$
2. Köszörülési ráhagyás: $R_k=2 \times IT11=2 \times 0,190=0,380$
3. Simítási alaplíméret: $A_s=FH+R_k=60,395$
kerekítve (tizedre): $A_{sker}=60,4$
4. A simítás tűrése: $T_s=IT9=0,074$
kerekítve (2 századra): $T_{sker}=0,08$
5. Simítási méret: $S=A_{sker}^{0}_{-T_{sker}}=60,4^{0}_{-0,08}$
6. Simítási ráhagyás: $R_s=2 \times IT14=2 \times 0,740=1,480$
7. Nagyolási alaplíméret: $A_n=A_{sker}+R_s=61,880$

kerekítve (0,5-re):	$A_{nker}=62$
8. A nagyolás tűrése:	$T_n=IT12=0,300$
kerekítve (5 századra)	$T_{nker}=0,30$
9. Nagyolási méret:	$N=A_{nker}^{0/-T_{nker}}=62^{0/-0,3}$
10. Nagyolási ráhagyás	$R_n=2 \times IT16=2 \times 1,9=3,800$
11. Előgyártmány alapmérete	$A_e=A_{nker}+R_n=65,80$
kerekítve (mm-re)	$A_{eker}=66$

A melegen hengerelt előgyártmány mérete MSz 4337-71 szerint: $D_{heng} \geq A_{eker} \rightarrow A_e=70 \text{ mm}$

Menetek tűrése:

Pontossági osztály: 6g

Menetemelkedés	Felső érték	Alsó érték
1,5	-0,032	-0,268
2	-0,038	-0,318
2,5	-0,042	-0,372
3	-0,048	-0,418

Műveletközi méretek és ráhagyások táblázatos megadása (mintapélda)

Méret	M35x1,5	Ø60 k5	Ø75±0,2*	...
FH	X	60,015	X	
R_k	X	0,380	X	
$A_s=FH+A_k$	X	60,395	X	
A_{sker}	X	60,4	X	
T_s	X	0,074	X	
T_{sker}	X	0,08	X	
$S=A_{sker}^{0/-T_{sker}}$	$35^{-0,032/-0,268}$	$60,4^{0/-0,08}$	$75 \pm 0,2$	
R_s	1,24	1,48	1,48	
$A_n=A_{sker}+R_s$	36,208	61,88	76,68	
A_{nker}	36	62,00	77,00	
T_n	0,250	0,300	0,300	
T_{nker}	0,25	0,3	0,3	
$N=A_{nker}^{0/-T_{nker}}$	$36^{0/-0,25}$	$62^{0/-0,3}$	$77^{0/-0,3}$	
R_n	X	X	1,900	
$A_e=A_{nker}+R_n$	X	X	78,9	
A_{eker}	X	X	79	

* feltételezve, hogy ez a tengely maximális mérete

Műveleti sorrendterv

Példa

Műveleti utasítás

Példa

Lépcsős tengely gyártástervezése

A gyártás jellege: egyedi / kis sorozat

Ismertetendő technológiák:

- Simítás
- Menetesztorgálás
- Horonymarás
- Készörülés

Simító esztorgálás

Gép: egyetemes esztorga

Pl.: E400, EE630, MVE208, MVE 340 stb

Szerszámok: hosszesztorgáláshoz, oldalazáshoz váltólapkás vagy forrasztott keményfém lapkás szerszám (Sandvik, ISCAR, SECO stb), beszúráshoz gyorsacél vagy keményfém lapkás beszúrókés.

Befogás módja: 1. tokmány + forgócsúcs, 2. puhapofás tokmány + forgócsúcs, 3. két csúcs közé fogva, esztorgaszívvel menesztve (főorsóban álló csúcs, szegnyeregben forgó csúcs)

Technológiai adatok meghatározása: szerszámkatalógus, kézikönyv¹

1. fogásmélység $a = \frac{A_{n\ ker} - A_{s\ ker}}{2}$, fogásszám $i=1$
2. előtolás: a felületi érdesség előírásból, ha nincs $R_a=2,5\ \mu m$
 $R_z = (2,5 \dots 5)R_a \rightarrow 4R_a$
 $R_z \cong R_e = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon} \rightarrow f = \sqrt{\frac{8 \cdot 4 \cdot R_a \cdot r_\epsilon}{1000}}$
3. forgácsolási sebesség: katalógus, kézikönyv
 $v=f(\text{anyag}, a, f)$ $T=\text{adott}$
 $n_{be} = \frac{1000 \cdot v}{d_x \cdot \pi}$ $d_x=A_{n\ ker}$
4. gépi idő
 $t_g = \frac{L}{n_{be} \cdot f} \cdot i$ [min]

¹ Rábel György: Gépipari technológusok zsebkönyve, Műszaki könyvkiadó Bp. 1977.

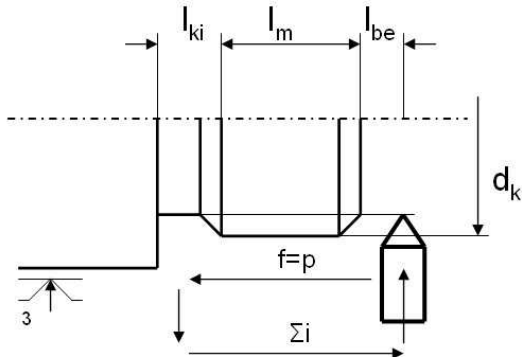
Menetesztergálás

Gép: egyetemes eszterga

Pl.: E400, EE630, MVE208, MVE 340 stb

Szerszámok: gyorsacél menetkés (pl. R2, R6)

Befogás módja: puhapofás tokmány + forgócsúcs

 d_k tűrése: d_{k-AH}^{-FH}

Technológiai adatok meghatározása:

1. fogásmélység: $a = \Sigma a_i =$ menetmélység
fogásszám $i = \Sigma i = i_n + i_s + i_r \approx 10-15$ (nagyol+simít+tisztít; $1/2 + 1/4 + 1/4$)
2. előtolás: $f = p$ menetemelkedés !!!
3. forgácsolási sebesség: tapasztalati érték
 $v_c = 10-20$ m/min
4. gépi idő

$$t_g = \frac{L}{n \cdot f} \cdot i \cdot k = \frac{l_{ki} + l_m + l_{be}}{n \cdot p} \cdot \Sigma i \cdot k \text{ [min]}$$

k: visszajáratási korrekciós tényező ($k=2$)

Horonymarás

Gép: függőleges marógép vagy egyetemes marógép

Szerszám:

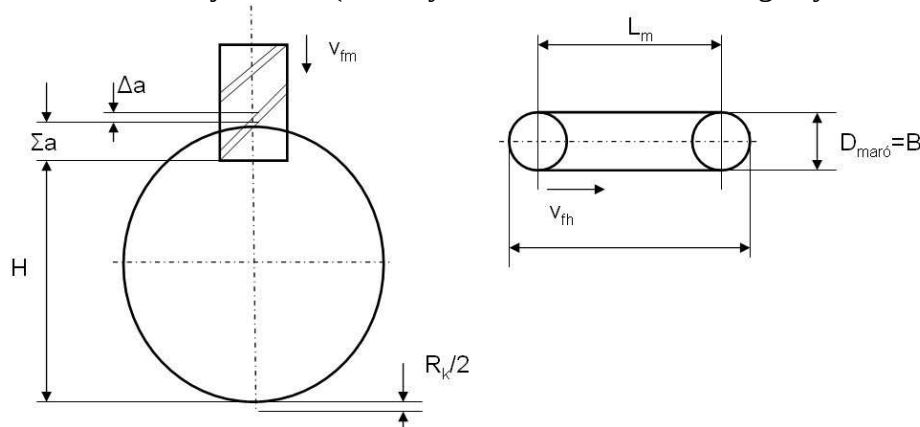
A, hengeres szárú hosszlyukmaró ØB MSz 3873:R6 (preferált)

B, hengeres szárú ujjmaró ØB MSz 3869:R6 (nem javasolt)

Befogás módja:

A, Prizmás gépsatu

B, Osztófej + csúcs (amennyiben több különböző szöghelyzetben kell marni)



Technológiai adatok meghatározása:

1. fogásmélység: $\Sigma a = a + \Delta a$ $a = t$ (horonymélység), $\Delta a = 0.5 \text{ mm}$ $i = 1-5$

2. előtolás:

 $v_{fm} = \text{kézi}$ (0.02-0.25 mm/ford) $v_{fh} = f_z \cdot z \cdot n$ (mm/min) (150-300 mm/min) $f_z = 0.01-0.06 \text{ mm/fog}$ ($d = 8-12 \text{ mm} \rightarrow 0.04 \text{ mm/fog}$) $Z = 2$

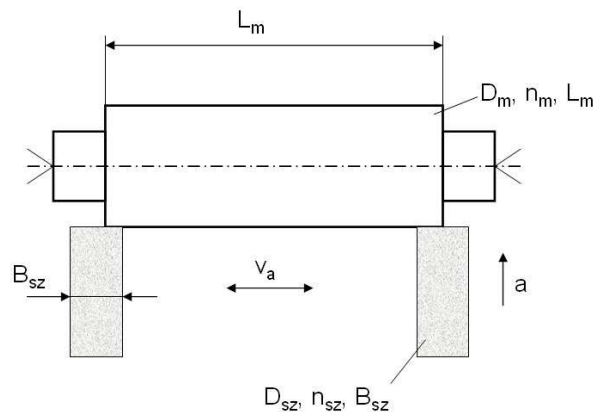
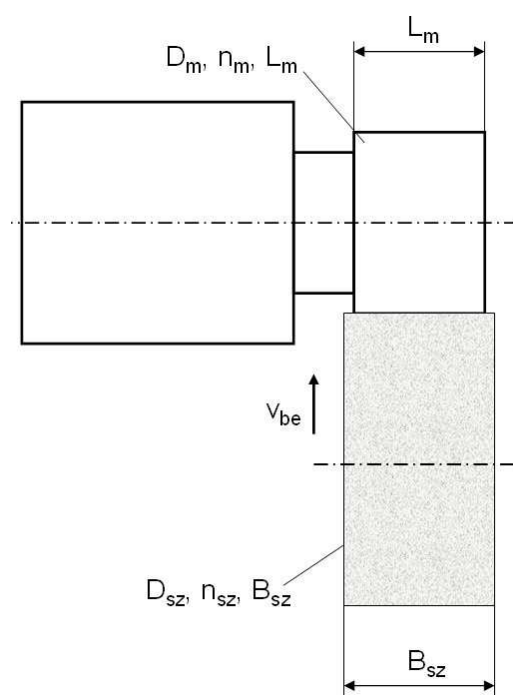
3. forgácsolási sebesség: tapasztalati érték

 $v_c = 20-25 \text{ m/min}$

$$n_{maró} = \frac{1000 \cdot v}{d_{maró} \cdot \pi} \quad (\text{ellenőrizni beállítható-e?})$$

4. gépi idő

$$t_g = \frac{L - d_{maró}}{f_z \cdot z \cdot n_{maró}} \cdot i \quad [\text{min}]$$

KöszörülésA, Hosszelőtolásos köszörülés: $L_m > B_{sz}$ B, Beszúró köszörülés: $L_m < B_{sz}$ 

Gép: egytetemes palástköszörű, vagy palástköszörű, pl. KU250, KE250-04

Szerszám: GRANIT katalógus, választás géphez és munkadarab anyaghoz

Pl. KU250 esetén

350x63x127 6A80J8V31

6A – szemcseanyaga

80 – szemcsenagyság

J8 – kötés keménysége

V – kötőanyag

31 – cégspecifikus jelölés

Befogás módja:

Két csúcs + esztergaszívvel menesztve

Technológiai adatok meghatározása:

*Hosszelőtolásos köszörülés*1. fogásmélység: $a = a_n + a_s$

Ráhagyás: Nagyolás: 80%

Simítás: 20%

 $[a] = \text{mm/löket}$ vagy mm/kettőslöket $a_n = 10\text{--}20 \mu\text{m/löket}$ $a_s = 5\text{--}10 \mu\text{m/löket}$ fogásszám: $\Sigma i = i_n + i_s + i_{kisz}$ $i_n = \frac{0,8 \cdot R_k}{2 \cdot a_n}$, $i_s = \frac{0,2 \cdot R_k}{2 \cdot a_s}$, $i_{kisz} = 6\text{--}10$ kettőslöket

2. fő- és mellékmozgások:

 $v_{sz} = 30 \text{ m/s}$

sebességi viszonyszám

 $q = \frac{v_{sz}}{v_m} = 60\text{--}120$

$$p_l, q=90 \rightarrow v_m=30/90=1/3 \text{ m/s} = 20 \text{ m/min}$$

3. előtoló mozgás: v_a, f_a

$$v_a=f_a \cdot n_m \text{ mm/min nagyol / simít}$$

$$f_a=b_s \cdot B_{sz} \text{ mm/mdb ford} \quad f_{an}=(0.3-0.7) \cdot B_{sz}$$

$$f_{as}=(0.2-0.3) \cdot B_{sz}$$

b_s : korongszélesség tényező $0.2(s) - 0.7 (n)$

4. gépi idő

$$t_g = \frac{l_m}{v_{an}} \cdot i_n \cdot \frac{l_m}{v_{as}} \cdot i_s \cdot \frac{l_m}{v_{as}} \cdot i_{kisz} \text{ [min]}$$

$$i_{kisz} = \frac{B_{sz}}{f_{as}} = \frac{B_{sz}}{b_s \cdot B_{sz}} = \frac{1}{b_s}$$

vagy

$$t_g = \frac{l+y}{n_m \cdot f_s} \cdot \left(\frac{a^*}{a} + m \right)$$

a^* : ráhagyás

a : fogásmélység

m : kiszikráztatási pótlóket

Beszúró köszörülés

q, v_{sz}, v_m : ua. mint előbb

$$v_{be}=f_{be} \cdot n_m \text{ mm/min nagyol / simít}$$

edzett acélra: $B_{sz}=40-80 \text{ mm}$

$$f_{ben}=3-5 \text{ } \mu\text{m/mdb fordulát}$$

$$f_{bes}=1-3 \text{ } \mu\text{m/mdb fordulát}$$

ráhagyás ua. mint előbb

megmunkálási idő:

$$t_g = t_{gn} + t_{gs} + t_{gkisz} = \frac{0.8 \cdot R_k}{2 \cdot v_{ben}} + \frac{0.2 \cdot R_k}{2 \cdot v_{bek}} + 0.1$$

$$t_{gkisz}=10-12 \text{ mdb ford} \approx 0.1 \text{ min}$$