

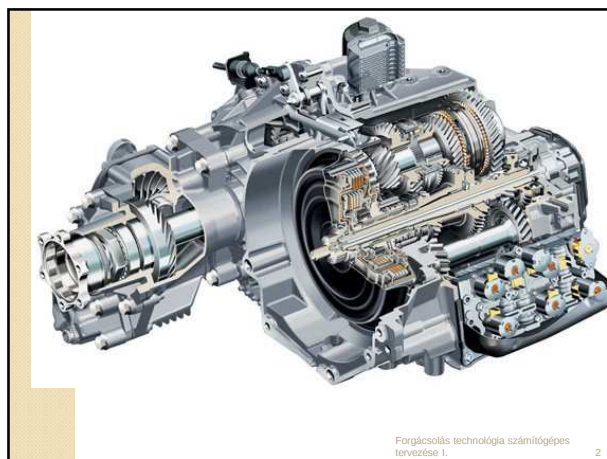
Óbuda Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Mérnöki Kar
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I. BAGFS15NNC/NLC

05 - Hengeres fogaskerekek gyártása

Dr. Mikó Balázs
miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Fogaskerekek csoportosítása

Hengeres
Kúp
Csiga

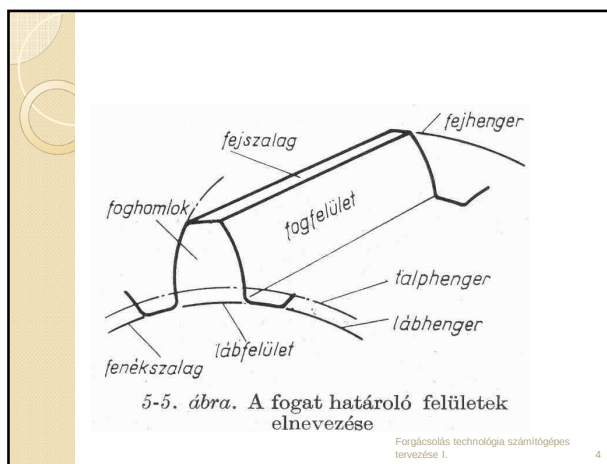
Egyenes
Ferde
Ívelt



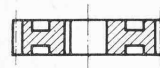
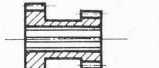
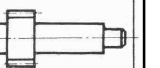
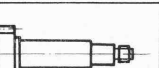
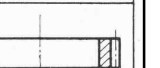
Modul: $m = d/z$

A modul szabványos!!!

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I. 3

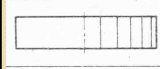
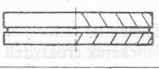
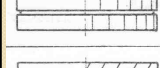
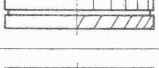
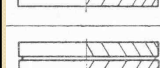
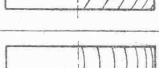


Hengeres fogaskerekek csoportosítása

 <i>Furatos kerék rövid aggyal</i>	 <i>Csoporkerék</i>	 <i>Tengelyes kerék</i>
 <i>Furatos kerék hosszú aggyal</i>	 <i>Száras kerék</i>	 <i>Fogaskoszorú</i>

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I. 5

Hengeres fogaskerekek fogazási módjai

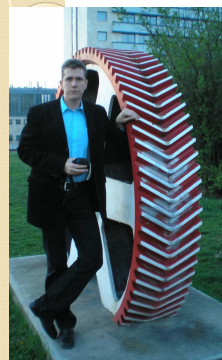
 <i>Egyenes fogazat</i>	 <i>Lépcsős nyíl-fogazat</i>
 <i>Lépcsős fogazat wüst</i>	 <i>Felemés fogazat</i>
 <i>Ferde fogazat jobb hajlású vagy balhajlású</i>	 <i>Zárt nyíl fogazat</i>
 <i>Nyíl fogazat</i>	 <i>Ívelt fogazat</i>

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I. 6



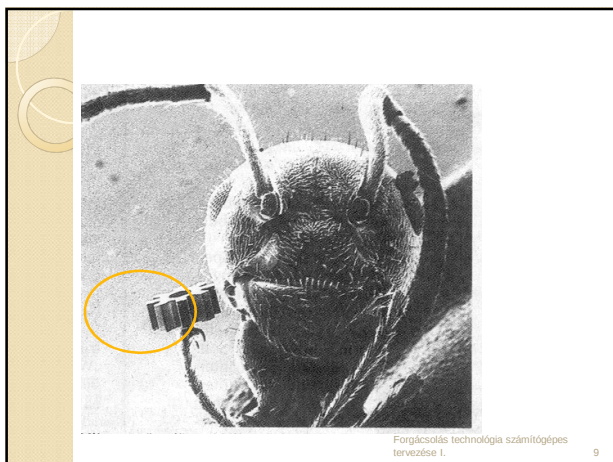
7

Nyíl fogazat



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

8



9

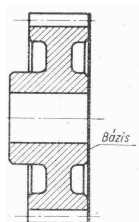
Hengeres fogaskerek gyártási módjai

Az eljárás módja	Készíthető	Szerezám	Fogazógép
Öntött fogazat	Hengeres és kúpkerék	Féminta Fémforma Ösztösterkezet	
Képlékeny alakított fogazat	Hengereskerék és fogasléc	Idomhúzás Foghengerlés Sajtolás	
Forgácsolással másolás	Kúpkerék	Gyalukés	Másológépgép Zimmermann
Forgácsolással profilozás	Hengereskerék Kúpkerék Fogasléc	Tárcsamaró Ujmaró	Egyetemes marógép
Forgácsolással lefejtés	Csigakerék	Csigamaró	Lefejőmarógép
	Hengereskerék Egyenes Ferde Belsőfogú	Féssűrés Csigamaró metszőkerék	Foggyalógép Fogmarógép Fogmetszőgép
	Kúpkerék, egyenes és ferde fogú	Egyes és Két kés	Foggyalógép
	Kúpkerék ívelt fogakkal	Kúposmaró	Klingelnberg
Forgácsolással üregelés	Kúpkerék egyenes fogazattal	Sokkéses maró-tárcsa	Gleason Oertikon
	Kúpkerék egyenes fogazattal	Sokkéses maró-tárcsa	Célgép

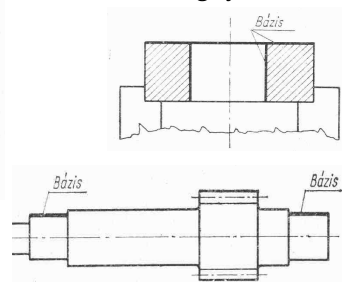
15

10

Fogazás előtti műveletek, bázisok

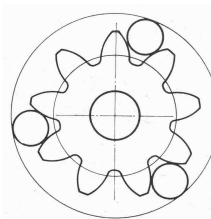
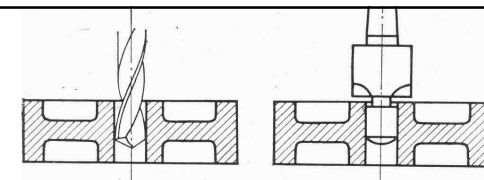


Furat/Tengely: max IT7



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

11

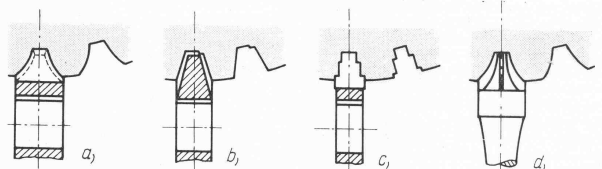


Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

12

Profilozó eljárások

A fogárok alakja és a szerszám profilja megegyeznek.



191. ábra
a) fogalakmaró; b) fogalak-előmaró; keresztfogazású; c) fokozatfogalakelőmaró, hátraesztérgált; d) fogalak-származó (ujjmaró)

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

13

Profilozás tárcsamaróval



Egyedi és kis sorozat esetén.

Egyszerű eljárás

Pontatlan

Egyenes és ferde fogú kerekek

Szerszám: modulmaró: azonos modulon belül fogszám-csoportokhoz van rendelve.

Idő:

$$t_g = i \cdot z \cdot \left(\frac{L}{f} + t_o \right)$$

$$L = b + l_1 + l_2 + l_3$$

$$l_2 = \sqrt{D \cdot h - h^2}$$

i: fogásszám

z: fogaskerek fogszáma

L: munkaút

f: előtolás

t_o: visszafutás és osztás ideje

b: kerék szélessége

l₁+l₃=10-20 mm

D: tárcsamaró átmérője

h=2,17*m fogmagasság

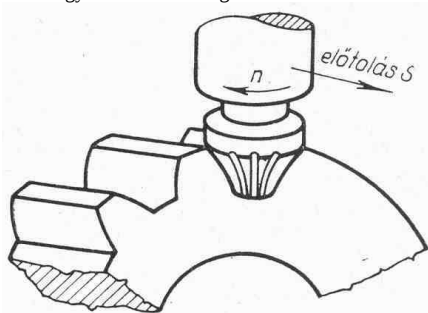
m: modul

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

14

Profilozás ujjmaróval

Csak nagy méretű kerek fogazásánál alkalmazzák.



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

15

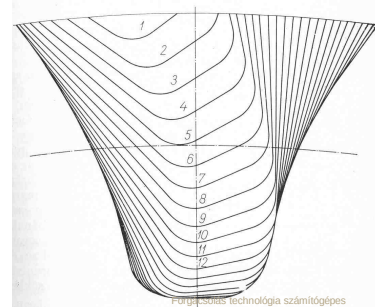
Lefejtő eljárások

A szerszám kinematikus nyoma hozza létre a fogprofil.

A megmunkálás közben a szerszám a munkadarabon legördül.

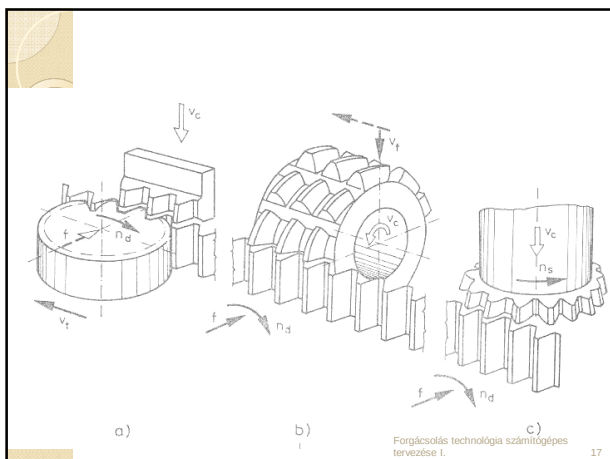
Eljárások:

- Lefejtőmarás
- Fogmetszés
- Foggyalulás
- Foghámózás



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

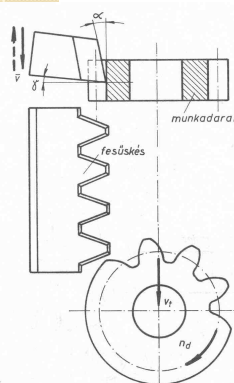
16



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

17

Lefejtő gyalulás fésűs késsel



Maag-féle eljárás

Mozgáviszonyok:

- A szerszám fel-le mozog
- A szerszám a munkadarab tengelyére merőlegesen mozog
- A munkadarab forog

Szerszám: fésűs kés

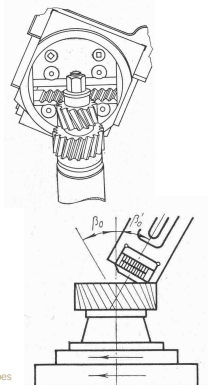
Ferde fogazás: Egyenes vagy ferde fogú fésűs kés és a szerszám bedöntése

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

18

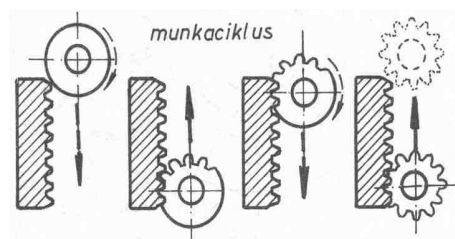
Lefejtő gyalulás fésűs késsel

Egyszerű szerszám
Bonyolult gép
 $v_c = 8-15 \text{ m/min}$
Előtolás: $1/10 - 1/20$ fogosztás



tervezése I. számítógépes

Lefejtő gyalulás fésűs késsel



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

20

Lefejtő gyalulás fésűs késsel

Megmunkálási idő:

$$t_g = t_{be} + t_k + t_o = \frac{z_{be} \cdot m \cdot \pi}{f_{kör} \cdot n_k} + \frac{z \cdot m \cdot \pi}{f_{kör} \cdot n_k} + (z + z_{be}) \cdot t_o$$

Labels for the equation:

- osztás (for z_{be})
- megmunkálás (for t_{be})
- begördülés (for t_k)
- kerületi előtolás (for $f_{kör}$)
- kettőslőket szám (for n_k)
- begördülési fogszám ($f(z) 2-9$) (for z_{be})
- modul (for m)
- fogszám (for z)

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

21



tervezése I. számítógépes

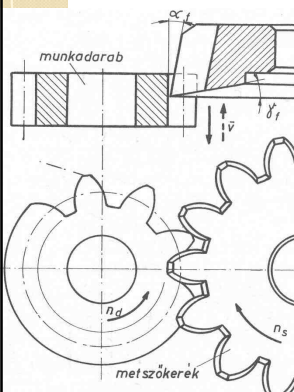
22



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

23

Lefejtő gyalulás metszőkerékkel



Fellow-féle eljárás

Mozgáviszonyok:

- A szerszám fel-le mozog
- A szerszám forog
- A munkadarab forog

Szerszám: metszőkerék

Ferde fogazás: Ferde fogú metszőkerék és vezetőhüvely a pótforgáshoz

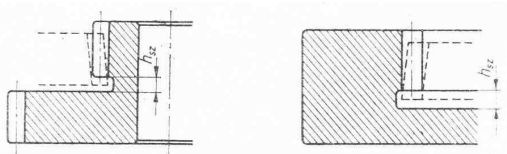
Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

24

Lefejtő gyalulás metszőkerékkel

1,2 vagy 3 fogás (méret, pontosság)
Löketszám 400-1000 percenként (!)
Begördülés: 1/4 - 1/3 fordulat

Fogasléc, zárt nyíl fogazat, belső fogazatú koszorú
Viszonylag drága szerszám



148. ábra. Készfutáshoz szükséges mozgásúráások
Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

25

Lefejtő gyalulás metszőkerékkel



Begördítési szakasz a fogmélység eléréséig

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

26

Lefejtő gyalulás metszőkerékkel

Megmunkálási idő:

$$t_g = t_r + t_k = \frac{h}{f_r \cdot n_k} + \frac{z \cdot m}{f_{k\ddot{o}r} \cdot n_k} \cdot i$$

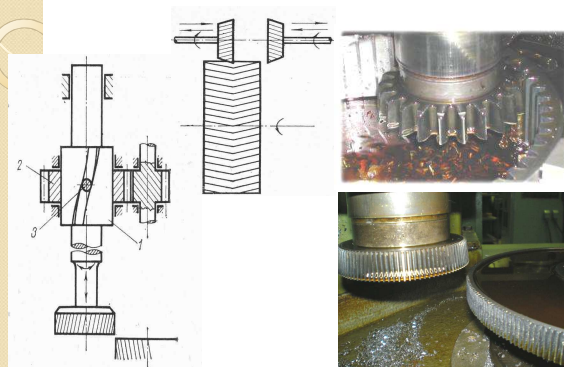
Labels for the equation:

- megmunkálás (machining)
- begördülés (engagement)
- radiális előtolás (radial feed)
- kettőslőket szám (double feed)
- kerületi előtolás (tangential feed)
- fogmagasság (addendum)
- fogsáv (tooth space)
- modul (module)
- fogásszám (tooth count)

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

27

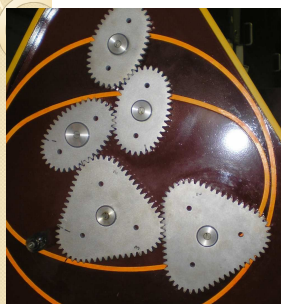
Lefejtő gyalulás metszőkerékkel



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

28

Nem kör alakú fogaskerek



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

29

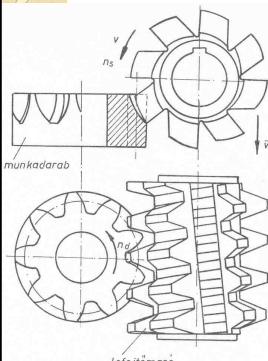
Fogazás lefejtő maróval

Pfauter-féle eljárás

Mozgásviszonyok:

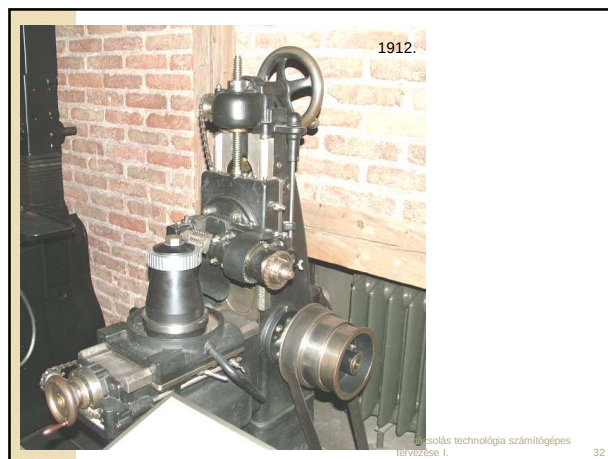
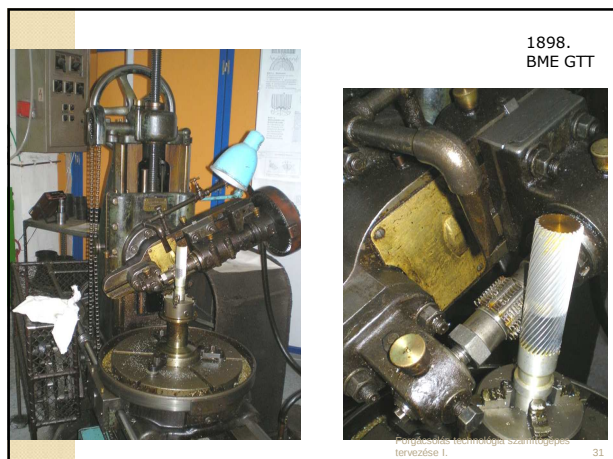
- A szerszám forog (v_c)
- A szerszám bedöntve
- A munkadarab forog
- A szerszám a mdb tengelyével párhuzamosan mozog

Szerszám: lefejtő maró



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

30



Fogazás lefejtő maróval

$v_c = 20-50 \text{ mm/min}$

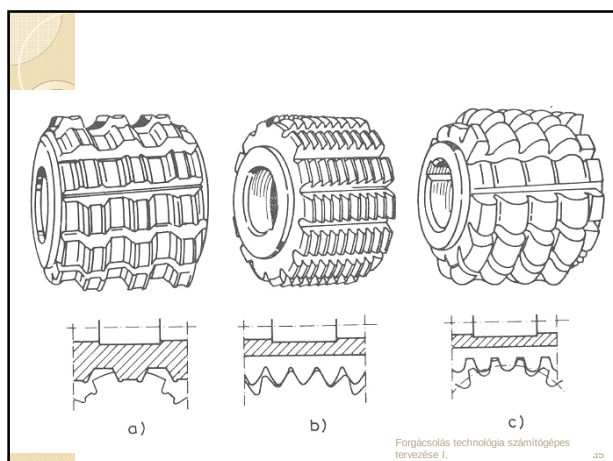
Gépi idő:
$$t_g = i \cdot z \cdot \frac{L}{f \cdot n_s \cdot z_b}$$

i: fogások száma
z: fogaskerék fogszáma
L: munkaút
f: előtolás
 n_s : szerszámfordulatszám
 z_b : szerszám bekezdéseinek száma

Termelékeny eljárás

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

34



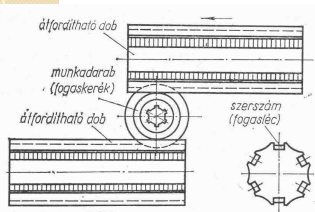
Szerszámkopás kiegyenlítése

- Szerszám áthelyezése
- Diagonál marás

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

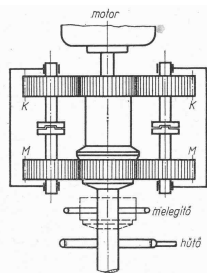
36

Forgács nélküli megmunkálások



5-37. ábra. Fogaslécvel dolgozó meleghengelő-gép vázlata

Meleghengelés – kemencében hevítés
1 dobkörülfordulás = 1 fogaskerék

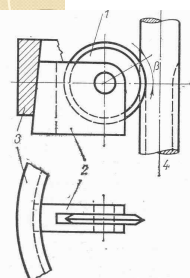


5-38. ábra. Störin-féle fogaskorék-hengelő gép: K – hajtókerék; M – méster-(munka) kerék

Indukciós hevítés
25s + 5s
Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

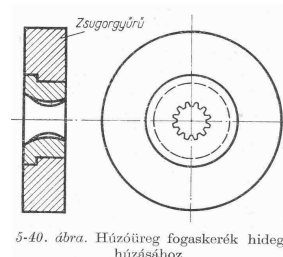
37

Forgács nélküli megmunkálások



5-39. ábra. Fogaskerekék hideghengelésének vázlata

Kis modul
Pontatlan



5-40. ábra. Húzóüreg fogaskerék hideghengeléséhez

Kis modul
5-6 lépés
Sebesség: 6 m/min
Kicsi a szerszám élettartalma
Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

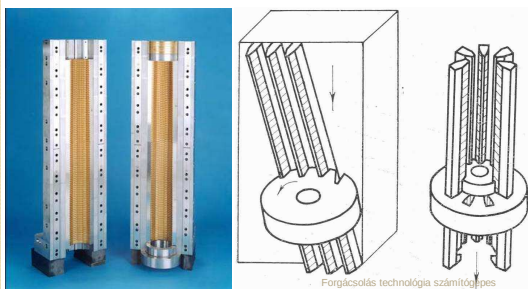
38

Különleges fogazási eljárások

Üregelés

Nagyon termelékeny

Kis moduloknál nagyon pontos

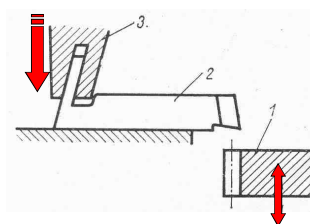


Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

39

Különleges fogazási eljárások

Shear speed (Sokkéses foggyalulás)



Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

40

Magyar – angol szószeret

Fogaskerék – Gear

Fogazás – Gear cutting

Profilozó eljárás – Form-copying method (profiling)

Lefejtő eljárás – Generating method

Modultárcsamáró – Gear-tooth side milling cutter

Modulujjmaró – Gear tooth end mill

Fogaskerék lefejtőmaró – Hob

Lefejtő marógép – Gear hobbing machine

Fogvésés – Gear shaping

Metszőkerék – Gear shaping cutter

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése I.

41