

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnök Kar
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet



Termelési folyamatok II.

Műveletelem tervezés

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



Forgácsolási paraméterek meghatározása

- ✓ Tapasztalat
- ✓ Kézikönyvek alapján
- ✓ Szerszámkatalógusok alapján
- ✓ Optimalizálás segítségével

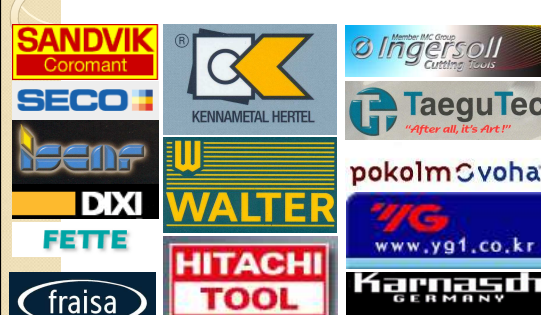
Kézikönyvek

C139. táblázat. Forgácsolási adatok
Marás R6 gyorsacélmaróval

A munkadarab		n m/min	e _t , mm/fog		
anyaga	keménysége, HB vagy szakítószilárdság, σ _B , kp/mm ²		palástmaró	homlokmaró	tárcsamaró
acél	50-ig	24...32	0,1	0,12	0,08
	70-ig	20...26	0,09	0,11	0,07
	90-ig	16...20	0,08	0,1	0,06
	90 felett	12...14	0,07	0,09	0,05
acélöntvény		20...24	0,09	0,11	0,07

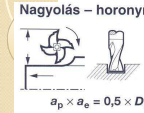
Egyszerű Gyors MKGS sajátosságait nem veszi figyelembe

Szerszámkatalógusok



Szerszámkatalógusok

Nagyolás – horonymarás, minőség GC1020



$a_p \times a_e = 0,5 \times D_c$

ISO	CMC	Forgácsolási sebesség v _c m/perc	D _c , mm	Fogankénti előtolás f _t mm/fog
P	02.1	90-120	1	0,001-0,005
			2	0,005-0,015
			3	0,01-0,02
			4	0,015-0,034
M	05.21	50-90	5	0,02-0,03
			6-7	0,02-0,04
			8-9	0,03-0,045
			10	0,035-0,05
K	08.2	90-140	12	0,035-0,06
			16	0,04-0,07
			18-20	0,05-0,08
			25	0,06-0,09

Egyszerű Gyors Szerszám specifikus Anyagcsoport specifikus

Gép és készülék nincs figyelembe véve
A szerszámnak csak bizonyos tulajdonságait veszi figyelembe

Optimalizálás

Matematikai modell amely figyelembe veszi az MKGS rendszer valamennyi elemének képességét, korlátait.

A matematikai modell elemei:

- ❖ Feltételrendszer
- ❖ Célfüggvény
- ❖ Éltartam összefüggés

7

Feltételrendszer

A feladat korlátainak meghatározása.

A korlátfüggvények lehetnek:

- Homogén korlátok
 - Előtolás
 - Fordulatszám
- Inhomogén korlátok

8

1.1.1 Előtolás korlátok

- szerszám gép minimális és maximális előtolása

$$f_{gmin} \leq f \leq f_{gmax}$$

- a szerszámra megengedett minimális és maximális előtolás

$$f_{szmin} \leq f \leq f_{szmax}$$

- a felületi érdességgel összefüggő előtoláskorlát

$$f \leq f_{Ra}$$

- stb.

9

1.1.2 Fordulatszám korlátok

- a szerszám gép minimális és maximális fordulatszáma

$$n_{gmin} \leq n \leq n_{gmax}$$

- a szerszámra megengedett minimális és maximális vágósebességből adódó fordulatszám

$$n_{szmin} \leq n \leq n_{szmax}$$

az éltartam összefüggés érvényességi tartománya

$$n_{Tmin} \leq n \leq n_{Tmax}$$

- stb

10

1.1.3 Forgácsoló erő korlát

$$F \leq F_{meg}$$

$$F = C_F \cdot a^{x_F} \cdot f^{y_F} \cdot v^{z_F}$$

$$f^{y_F} \cdot v^{z_F} = \frac{F_{meg}}{C_F \cdot a^{x_F}} \cdot \left(\frac{1000}{D \cdot \Pi} \right)^{z_F}$$

1.1.4 Nyomaték korlát

$$M \leq M_{meg}$$

$$M = F \cdot d$$

$$f^{y_F} \cdot v^{z_F} = \frac{M_{meg}}{C_F \cdot a^{x_F}} \cdot \left(\frac{1000}{D \cdot \Pi} \right)^{z_F} \cdot \frac{1}{d}$$

1.1.5 Teljesítmény korlát

$$P \leq P_{meg}$$

$$P = M \cdot \omega$$

$$f^{y_F} \cdot v^{1+z_F} = \frac{P_{meg}}{C_F \cdot a^{x_F}} \cdot \eta \cdot 60 \cdot 1000 \cdot \left(\frac{1000}{D \cdot \Pi} \right)^{1+z_F}$$

11

Célfüggvény

1.2.1 Minimális költség célfüggvény

$$K = K_I + K_{II} + K_{III}$$

$$K_I = t_f \cdot C_M$$

$$K_{II} = K_{sz} \cdot \frac{t_f}{T}$$

$$K_{III} = t_{cs} \cdot C_M \cdot \frac{t_f}{T}$$

CM : a szerszám gép percköltsége

Ksz : egy elezésre jutó szerszám költség

tcs : szerszám-cseretidő

$$t_f = \frac{L}{n \cdot f} \quad : \text{földő}$$

$$K = \frac{L \cdot C_M}{n \cdot f} \cdot \left(1 + \frac{t_{cs} + \frac{K_{sz}}{T}}{C_M} \right) \quad K \rightarrow \min$$

12

1.2.2 Maximális termelékenység célfüggvény

$$t = t_I + t_{II}$$

$$t_I = \frac{L}{n^* f}$$

$$t_{II} = t_{cs} \cdot \frac{t_I}{T}$$

$$t = \frac{L}{n^* f} \cdot \left(1 + \frac{t_{cs}}{T}\right) \quad \frac{1}{t} \rightarrow \max$$

13

Éltartam összefüggés

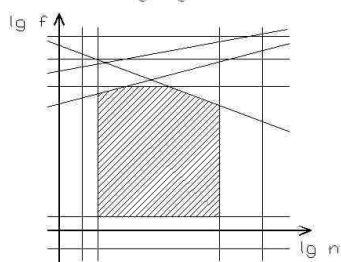
1.3 Éltartam összefüggés

Taylor-féle $T = C_T \cdot v^{2T} \cdot a^{2T} \cdot f^{2T}$, $T^m = \frac{C_v}{v^* f^{2T} a^{2T}}$

14

Keresési tartomány

A feltételrendszer ábrázolása lg n - lg f koordináta rendszerben

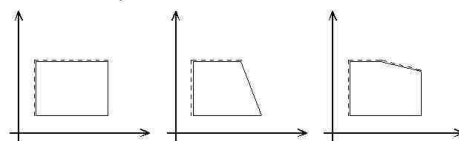


- felső korlátok közül a legkisebb
- alsó korlátok közül a legnagyobb

15

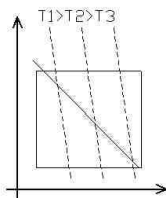
Optimum esélyes határvonal

1. Tétel: Az optimumesélyes pontok mértani helye ott van, ahol a tartomány belsejéből indított -45°-os egyenes metszi a tartomány határát.



16

Bizonyítás: A -45°-os egyenes mentén az $n \cdot f$ szorzat állandó, valamint a szerszám éltartam (T) nő.

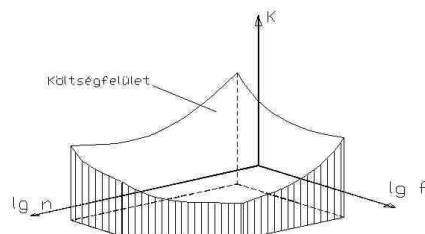


$$\left. \begin{array}{l} K_I = \text{állandó} \\ K_{II} \text{ csökken} \\ K_{III} \text{ csökken} \end{array} \right\} \Rightarrow K \text{ csökken}$$

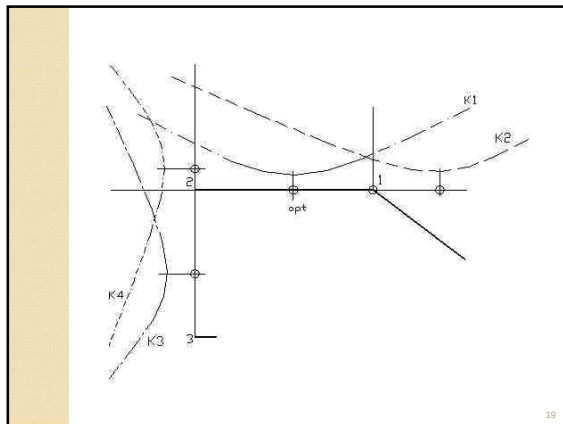
17

Optimálás

2. Tétel: Ha a célfüggvénynek létezik lokális szélsőértéke és az a tartományon belül van, akkor az egyben az optimum pont is. Más esetben csak valamelyik sarokpont lehet.



18



19

Szélsőérték számítás

Szélsőérték meghatározása: $\frac{\partial K}{\partial T} = 0$

A szélsőértékhez tartozó éltartam: $T_{sz} = \frac{1 + y_j * N_j - (N_j + 1) * m}{m * (N_j + 1)} * C_T$

$$N_j = -\frac{z_j}{y_j}, \quad y_j * g_f + z_j * g_n = C$$

20

Az eljárás algoritmus

Az optimalizációs algoritmus:

1. Kiszámítjuk az éltartam értékét az 1. pontban (T_1).
2. Kiszámítjuk az 1-2. szakaszra a T_{sz} értékét (T_{sz1}).
3. Ha $T_1 \geq T_{sz1}$, akkor az 1. pont az optimális.
4. Ha $T_1 < T_{sz1}$, kiszámítjuk T_2 -t.
5. Ha $T_2 \geq T_{sz1}$, akkor T_{sz1} -hez tartozó pont az optimális.
6. Ha $T_2 < T_{sz1}$, akkor az eljárást megismétljük a 2. pontra (T_2) és a 2-3. szakaszra (T_{sz2}).

21

Optimális fogásosztás

R : ráhagyás

a_{min} : minimális fogásmélység

a_{max} : maximális fogásmélység

i : fogásszám

$$i_1 = \left\lceil \frac{R}{a_{max}} \right\rceil + 1$$

$$a_1 = \left(\frac{R}{i_1} \right) \rightarrow K_1$$

$$i_2 = i_1 + 1, a_2 = \left(\frac{R}{i_2} \right) \rightarrow K_2$$

1. Ha $K_1 > K_2 \rightarrow i_3 = i_2 + 1$

2. Ha $K_1 < K_2 \rightarrow a_1$ a jó

22

ESZTERGÁLÁS		JAVASLATOK ÉS MEGOLDÁSOK					
PROBLÉMÁK	Csiklense a forgácsolási sebességet	Növegye a forgácsolási sebességet	Csiklense az előtolást	Növegye az előtolást	Csiklense a fogásmélységet	Növegye a fogásmélységet	Válasszon kopálódó minőségűt
Hátkopás	x						x
Csorbultságos kopás	x						x
Kréteres kopás	x	x			x		x
Képlékeny alakváltozás	x	x			x		
Élárkél képződés		x					x
Kis repedések a forgácsoló élre merőlegesen							x
Kis forgácsoló él darabok kitördelése		x					x
Lapkátörés			x		x		
Forgácsolótörés				x	x		x
Remegés	x		x	x			x

23

MARÁS		JAVASLATOK ÉS MEGOLDÁSOK					
PROBLÉMÁK	Csiklense a forgácsolási sebességet	Növegye a forgácsolási sebességet	Csiklense a forgácsolási sebességet	Növegye a forgácsolási sebességet	Csiklense a fogásmélységet	Növegye a fogásmélységet	Válasszon kopálódó minőségűt
Hátkopás	x						x
Csorbultságos kopás	x						x
Kréteres kopás	x	x			x		x
Képlékeny alakváltozás	x	x			x		
Élárkél képződés		x					x
Kis repedések a forgácsoló élre merőlegesen		x					x
Kis forgácsoló él darabok kitördelése		x					x
Lapkátörés			x		x		x
Remegés				x	x		x
Rozsás felületi érdesség	x	x	x	x			x

24

[illegible]

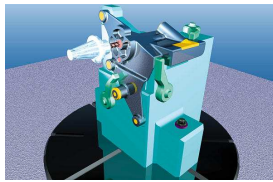
Szerszámpályák tervezése

Általános szempontok:

- Biztosítsa a leggyorsabb végrehajtást.
- Kerülje el a nem megmunkált felületeket.
- Kerülje el a készülék elemeket.

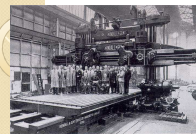
CAM modulok

- Esztergálás
- 2+½ D marás
- 3D marás
- 5D marás
- Huzalszikra
- Mérés
- ...

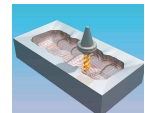


Ütközésvizsgálat
Grafikus szimuláció
Szerszámadatbázis
NC program generátor
Posztprocesszor szerkesztő

CAM ciklus



1. Szerszám gép definiálás
2. Szerszám definiálás
3. Mozgásciklus választás
4. Paraméterek megadása
5. Geometria kijelölése
6. Szimuláció
7. NC program generálás



Mozgásciklusok

- Síkmarás
- Horonymarás
- Profilmarás
- Zsebmarás
- Fúrás
- 3D nagyolás
- 3D simítás
- Maradékanyag eltávolítás
- 5D nagyolás
- 5D simítás
- Gyorsmarási ciklusok
- Speciális mozgásciklusok

