

**Forgácsoló megmunkálás
(Forgácsolás és szerszámai)**

NGB_AJ012_1

**Lépcsős tengely
Technológiai tervezés**

Készítette: Minta Andrea

Neptun kód: ABAB1A

Dátum: Győr, 2016.11. 14.

Feladat

- Készítse el egy Ön által tervezett lépcsős tengely műhelyrajzát! Legyen legalább három lépcsős, legyen egy menet és kettő reteszhorony a tengelyen.
- Válasszon előgyártmányt a tengely kissorozatban feltételezett gyártásához!
- Határozza meg a ráhagyások nagyságát, a műveleti méreteket és a műveletek tűréseit!
- Készítse el a tengely megmunkálásának technológiai állapotgráfját!
- Határozza meg a műveleti sorrendet, válasszon szerszámgépet, munkadarab befogó készüléket és szerszámot a kijelölt műveletek elvégzéséhez!
- Készítse el a tengely gyártásának ábrás művelettervét!
- Tervezze meg az egyes műveletek végrehajtását, töltsse ki a műveleti utasításokat!
- Tervezze meg az egyes műveletek végrehajtását, töltsse ki a műveleti utasításokat! (1 esztergályos és 1 maró műveletre)

Előgyártmány

- Anyag: C45
- Típusa: Melegen hengerelt köracél
- Átmérő: \varnothing 75 mm
- Gyártási szabvány: EN10060
- Gyártó: Königfrankstahl
- A darabot a megfelelő méretre daraboljuk
- Anyag mechanikai tulajdonságai: - $R_m=700 \text{ N/mm}^2$
- $R_{eH}=430 \text{ N/mm}^2$

Ráhagyások meghatározása:

Nagyolás esetén: Esztergályozással valósul meg a munkadarab megmunkálása, mely esetén a pontossági fokozat IT12.

\varnothing 20 mm tűrésének kiszámítása

$$T=0,21 \text{ mm}$$

$$2*T=0,42 \text{ mm} \sim 0,4 \text{ mm}$$

\varnothing 20 mm-t nagyol \varnothing 20,4 mm-re

\varnothing 30 mm tűrésének kiszámítása

$$T=0,21 \text{ mm}$$

$$2*T=0,42 \text{ mm} \sim 0,4 \text{ mm}$$

\varnothing 30 mm-t nagyol \varnothing 30,4 mm-re

\varnothing 40 mm tűrésének kiszámítása

$$T=0,25 \text{ mm}$$

$$2*T=0,5 \text{ mm}$$

\varnothing 40 mm-t nagyol \varnothing 40,5 mm-re

Simítás esetén: Esztergályozással valósul meg a munkadarab megmunkálása, mely esetén a pontossági fokozat IT10.

∅ 20 mm tűrésének kiszámítása

$$T=0,084 \text{ mm}$$

$$2*T=0,168 \text{ mm} \sim 0,2 \text{ mm}$$

∅ 20 mm-t simít ∅ 20,2 mm-re

∅ 30 mm tűrésének kiszámítása

$$T=0,084 \text{ mm}$$

$$2*T=0,168 \text{ mm} \sim 0,2 \text{ mm}$$

∅ 30 mm-t simít ∅ 30,2 mm-re

∅ 40 mm tűrésének kiszámítása

$$T=0,1 \text{ mm}$$

$$2*T=0,2 \text{ mm}$$

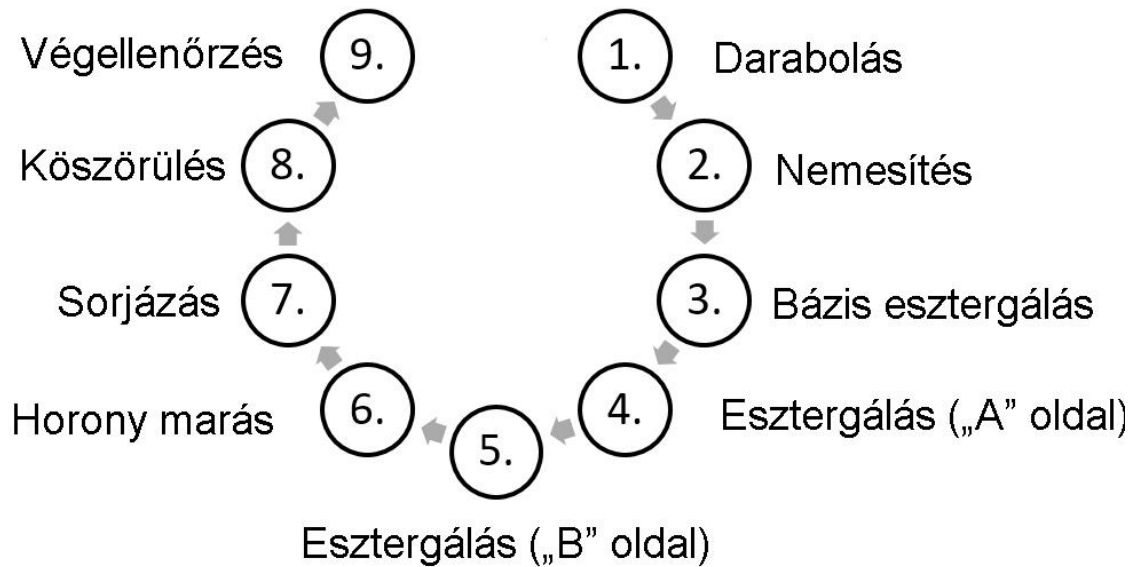
∅ 40 mm-t simít ∅ 40,2 mm-re

Összegezve:

A kis széria miatt CNC gépet választottam, mivel kissorozatban való gyártásnak ez felel meg leginkább, könnyebben és gyorsabban tud alkalmazkodni a változó vevői igényekhez. A CNC technológia miatt a program szempontjából egyszerűbb, ha a nagyoló esztergálás után minden átmérőn azonos a simítási ráhagyás, mely jelen esetben:

$$x_s = \frac{0,4 + 0,5}{2} = 0,45 \text{ mm} \approx 0,5 \text{ mm}$$

Technológiai állapotgráf:



Műveleti sorrend:

1. Darabolás
2. Nemesítés
3. Bázis esztergálás
4. Esztergálás („A” oldal)
5. Esztergálás („B” oldal)
6. Horonymarás
7. Sorjázás
8. Köszörülés
9. Végellenőrzés

Szükséges szerszámgépek:

- Darabolás => Fűrész tárcsás daraboló gép (kézi), KF350
- Esztergálás => BNC – 1800 univerzális CNC esztergagép
- Marás => EmL – 850B CNC megmunkáló központ
- Köszörülés => KU – 03250 Egyetemes palástköszörű gép

Szükséges szerszámok:

- Darabolás => $\varnothing 350$ mm-es fűrész tárcsa MSZ4986
- Esztergálás => Tengely esztergálása:
 - => Szár: SECO SCLCR/L 1616 H09
 - => Lapka: SECO CCMT 09T302-F1 CMP
 - Jellemző paraméterek:
 - $v = 267 \sim 335$ m/min
 - $a = 0,3 \sim 2,5$ mm
 - $f = 0,1 \sim 0,3$ mm/ford
- => Beszúrás esztergálása:
 - => Szár: PDJNL/R 1616 H11
 - => Lapka: DNMG 110408-MF2 CMP
 - Jellemző paraméterek:
 - $v = 267$ m/min
 - $a = 0,1$ mm
 - $f = 0,1$ mm/ford
- => Menet esztergálása:
 - => Szár: CER/L 2020 K16 HD
 - => Lapka: 16 ER A60 CP200
 - Jellemző paraméterek:
 - $v = 272$ m/min
 - $a = 0,5$ mm
 - $f = 0,15$ mm/ford
- Csúcsfészek fúrás => B 2,5 MSZ 3999
- Reteszhorony marása: => Hosszlyukmaró HSS $\varnothing 12$ MSZ 3874
 - Jellemző paraméterek:
 - $v = 12,56$ m/min
 - $a = 5$ mm
 - $f = 0,01$ mm/ford
- Köszörülés: => Köszörűkorong: 350x63x127 I MSZ 4510 KB63 M5 Ke
 - Jellemző paraméterek:
 - $v = 33,9$ m/s
 - $f = 0,005$ mm/ford

Szükséges befogókészülékek:

- Párhuzamsatu: MSZ 4215
- Fúrótokmány MSZ 6426
- Forgócsúcs MSZ 5052
- 350x63x127 I MSZ 4510 KB63 M5 Ke

Technológiai paraméterek meghatározásának levezetése:

A technológiai paraméterek javarészt a Secocut 4.2 program és a Seco katalógusok (megjegyzés a készítéshez: más szoftverek és katalógusok is használhatók) ajánlása alapján történtek kiválasztásra.

A program által használt legfontosabb képletek:

- fordulatszám: $n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi}$
- vágósebesség: $v_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D_c}{1000}$
- előtoló sebesség fúrás esetén:
- ... Ezeket ki kell keresni és ide be kell írni

Használt rövidítések és jelölések:

$$v_c - \text{vágósebesség} \left[\frac{m}{\text{min}} \right]$$

$$n - \text{fordulatszám} \left[\frac{1}{\text{min}} \right]$$

$$D_c - \text{munkadarab átmérő} [mm]$$

Részben szoftver segítségével meghatározott eredmények:

- Bázis esztergálás esetén (3. sorszámú műveleti utasítás):

- Oldalazás esetén (3. műveleti utasítás → 1-es felület vagy 2-es sorszám):

$$V_1 (\text{itt a beadványban a megmunkált felület számát vagy a művelet sorszámát célszerű az indexben jelölni}) = 267 \text{ m/min}$$

$$n_1 (\text{itt a beadványban a megmunkált felület számát vagy a művelet sorszámát célszerű az indexben jelölni}) = 1885 \text{ 1/min}$$

$$f_1 (\text{itt a beadványban a megmunkált felület számát vagy a művelet sorszámát célszerű az indexben jelölni}) = 0,2 \text{ mm/ford.}$$

$$a_1 (\text{itt a beadványban a megmunkált felület számát vagy a művelet sorszámát célszerű az indexben jelölni}) = 2,5 \text{ mm}$$

$$i = 1 \text{ (a fogásvételek számát mi állapítjuk meg)}$$

$$P_1 (\text{itt a beadványban a megmunkált felület számát vagy a művelet sorszámát célszerű az indexben jelölni}) = 2,71 \text{ kW}$$

Ha a szoftver nem számítja ki a szükséges teljesítményt, úgy a következő képletek segítségével lehetséges:

$$A_1 = f_1 \cdot a_1$$

$$F_{v1} = k_s \cdot A_1$$

$$P_{v1} = F_{v1} \cdot v_1$$

k_s – a szoftverek belső adatbázisaiból vagy külön táblázatok segítségével meghatározható!

- Hosszesztergálás esetén (3. műveleti utasítás → 3. felület):

$$v_3 = 267 \frac{m}{\text{min}}$$

$$n_3 = 1885 \text{ 1/min}$$

$$f_3 = 0,2 \text{ mm/ford.}$$

$$a_3 = 2,5 \text{ mm}$$

$i = 2$ (a fogásvételek számát mi állapítjuk meg)

$P_3 = 2,71 \text{ kW}$

- ...
- Amennyiben a tengelyen vannak olyan simítandó felületek, melyeket nem köszörüléssel munkálnak meg, úgy ott fontos a kívánt maximális felületi érdesség elérése. A feladat lépcsős tengelyének esetében kialakuló felületi érdesség elsősorban függ a forgácsoló szerszám élének kialakításától és az előtolás sebességétől (illetve további technológiai paramétereiktől). Az elméleti felületi érdesség számítására több képlet is létezik. Itt a Bauer-képlet segítségével célszerű kiszámítani a forgácsolás utáni **maximális elméleti felületi érdességet**.

$$R_{max} \cong \frac{f^2}{(8 \cdot r_\varepsilon)}$$

Más megközelítéssel a megmunkálás után kívánt felületi érdességből számítható ki az alkalmazandó fordulatonkénti előtolás értéke. Szoftverrel és ha szükséges, akkor manuálisan szükséges a fordulatonkénti előtolás kiszámítása és figyelembe vétele.

*A SZOFTVEREK HASZNÁLATÁT MELLŐZVE A KÖVETKEZŐ LEHETŐSÉG
egyenként mindent kézzel számolni →*

- Bázisesztergálás esztergálás esetén:
 - Oldalazás esetén (3. műveleti utasítás → 1. felület):

$a_1 = 2,5 \text{ mm}$ (mi számítjuk ki)

$f_1 = 0,2 \text{ mm/ford.}$ (mi választjuk a szerszámgépen beállítható lehetőségeket figyelembe véve, katalógusok, táblázatok, „tapasztalati értékek” alapján)

$v_1 = 267 \text{ m/min}$ (mi választjuk a szerszámgépen beállítható lehetőségeket figyelembe véve, katalógusok, stb. alapján)

$$n_1 = \frac{v_1 \cdot 1000}{d_{13} \cdot \pi} = 1885 \text{ 1/min}$$

$i = 1$

$$A_1 = f_1 \cdot a_1 = \dots \text{ mm}^2$$

$$F_{v1} = k_s \cdot A_1 = \dots \text{ N}$$

$$P_{v1} = F_{v1} \cdot v_1 = \dots = \dots \text{ kW}$$

- Hosszesztergálás esetén (*3. műveleti utasítás → 3. fel.*):

$$a_3 = \frac{d_0 - d_3}{2} = \frac{45 - 40}{2} = 5 \text{ mm, de ez túl nagy (a „most” választott lapka nem alkalmas rá), ezért } i=2 \text{ fogással:}$$

$$a_3 = 2,5 \text{ mm}$$

$$i = 2$$

$$f_3 = 0,2 \text{ mm/ford.}$$

$$v_3 = 267 \text{ m/min}$$

$$n_3 = \frac{v_c \cdot 1000}{d_3 \cdot \pi} = 1885 \text{ 1/min (választhatjuk a fordulatszámot is és ez alapján kiszámítható a forgácsolási sebesség, de csak egyet választhatunk a kettő közül!)}$$

...

- Esztergálás „A” oldalon:

...

- Amennyiben a tengelyen vannak olyan simítandó felületek, melyeket nem köszörüléssel munkálnak meg, úgy ott fontos a kívánt maximális felületi érdesség elérése. A feladat lépcsős tengelyének esetében kialakuló felületi érdesség elsősorban függ a forgácsoló szerszám élének kialakításától és az előtolás sebességétől (illetve további technológiai paraméterektől). Az elméleti felületi érdesség számítására több képlet is létezik. Itt a Bauer-képlet segítségével célszerű kiszámítani a forgácsolás utáni **maximális elméleti felületi érdességet**.

$$R_{max} \cong \frac{f^2}{(8 \cdot r_\varepsilon)}$$

Más megközelítéssel a megmunkálás után kívánt felületi érdességből számítható ki az alkalmazandó fordulatonkénti előtolás értéke. Szoftverrel és ha szükséges, akkor manuálisan szükséges a fordulatonkénti előtolás kiszámítása és figyelembe vétele.

Megmunkálási idő és költségek meghatározása

Gépi főidők meghatározása:

- Bázisesztergálás esztergálás esetén:
 - Oldalazás esetén (*3. műveleti utasítás → 2. sorsz.*):

Amennyiben eddig nem lett volna meghatározva fordulatszám, úgy a következő egyenlettel is lehetséges annak kiszámítása:

$$n_1 = \frac{v_1 \cdot 1000}{d_1 \cdot \pi}$$

$$f_1 = 0,2 \text{ mm/ford.}$$

$$n_1 = 1885 \text{ 1/min}$$

$$i = 1$$

$$T_1 = \frac{(l_r + l + l_k) \cdot i}{f_1 \cdot n_1} = \dots \text{ min} = \dots \text{ s}$$

l_r : ráállítás – megközelítés

l : forgácsolt hossz

l_{ki} : kiállítás

- Csúcsfurat készítés (3. műveleti utasítás → 3. sorsz.):

$$n_f = 1200 \text{ 1/min}$$

$$f_n = 0,05 \text{ mm/ford (ajánlás, katalógus alapján választandó)}$$

$$v_f = f_n \cdot n$$

$$T_f = \frac{(l_r + l + l_k)}{v_f} = \dots \text{ min} = \dots \text{ s}$$

- Hosszesztergálás estén:

...

Összes gépi főidő:

$$T_{gf} = T_1 + T_f + T_2 + \dots = \underline{184s}$$

Mellékidők és szerszámpozicionálás:

(A mellékidőnél mit kell figyelembe venni? Ide kell írni a magyarázatot néhány mondatban.)

$$T_{mellék} = T_{ma} + T_{mb} + \dots + T_{mz} = \underline{35,1s}$$

VAGY leegyszerűsítve (de meg kell indokolni a százalék mértékét)

$$T_{mellék} = T_{gf} \cdot 0,2 = \underline{36,8s}$$

Teljes idő:

$$T_{össz} = T_{gf} + T_m = \underline{219,1s = 3,65 \text{ min}}$$

Éltartam meghatározása esztergálásra:

(Amennyiben szoftverek segítségével nem került meghatározásra, úgy itt ki kell számítani. Műszaki táblázatokban találhatóak a szükséges adatok.)

Használt egyenlet (*Taylor-egyenlet*):

$$v \cdot T^{-\frac{1}{k}} = C \quad \rightarrow \quad T = \left(\frac{C}{v}\right)^k = \dots \text{ min}$$

C : Taylor – állandó

k : Taylor – kitevő

(Minden egyes forgácsolási sebességre külön ki kell számítani a várható éltartamot.)

Éltartam alatt megmunkálható munkadarabok száma esztergálás folyamán:

$$N_{Tnagyo} = \frac{T}{T_{gfny.össz.}} = \dots \text{ db} \approx \dots \text{ db} \quad [pl.: 13,6 \text{ db} \approx 13 \text{ db}]$$

(Minden esztergálási fázis esetében, ahol eltér az éltartam, ott szükséges külön az éltartam alatt megmunkálható munkadarabok számát kiszámítani.)

Éltartam meghatározása marásra:

(Amennyiben szoftverek segítségével nem került meghatározásra, úgy itt ki kell számítani. Táblázatokban található a szükséges adatok.)

$n=800 \text{ 1/min}$

$$V_{valós} = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} = \dots \text{ m/min} \quad [D - \text{forgácsolási átmérő a pillanatnyi fogásmélység esetében}]$$

$V_{opt} = \dots$

$T_{opt} = 25 \text{ min}$ (pl.: katalógus alapján)

Használt egyenlet:

$$T = T_{opt} \cdot \sqrt[m]{\frac{v_{opt}}{v_{val}}} = \dots \text{ min}$$

(Minden egyes forgácsolási sebességre külön ki kell számítani a várható éltartamot.)

Éltartam alatt megmunkálható munkadarabok száma:

$$N_{Tnagyo} = \frac{T}{T_{gfny.össz.}} = \dots \text{ db} \approx \dots \text{ db} \quad [pl.: 13,6 \text{ db} \approx 13 \text{ db}]$$

(Minden marási fázis esetében, ahol eltér az éltartam, ott szükséges külön az éltartam alatt megmunkálható munkadarabok számát kiszámítani.)

Költségek meghatározása:

Gépi főidővel arányos költségek meghatározása:

$$\text{Felvett érték: } K_{MH} = 3500 \frac{Ft}{óra}$$

Minta Andrea (ABAB1A)

$$K_G = T_{\text{össz}} \frac{K_{MH}}{60} = \dots \text{ Ft}$$

Mellékidővel arányos költségek meghatározása:

$$K_M = T_{\text{mellék}} \cdot K_G = \dots \text{ Ft}$$

Teljes idővel arányos költség darabonként:

$$K_T = K_G + K_M = \dots \text{ Ft}$$

Szerszámköltségek a megmunkáláshoz:

1. Szár: „Szár 1.” (adatok: megnevezés; kód/jel; költség)
2. Lapka: ...
(adatokkal: kód/jel; költség)
- ...

Mellékelte dokumentációk:

- Lépcsős tengely műhelyrajz (lehet nyomtatott CAD-rajz)
- Ábrás műveletterv (kézi rajzolás és írás, de a sablon lehet nyomtatott)
- Műveleti utasítások (kézi rajzolás és írás, de a sablon lehet nyomtatott)
- Választott szerszámok és költségeik (lehet nyomtatott vagy kézzel írt, de nyomtatás esetén katalógus-ábrák (képek) kellenek a szerszámokról)
- Táblázat az eredményekről (lehet nyomtatott)
- Felhasznált irodalom (lehet nyomtatott)