

Firstner Stevan

GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA TANULÁSI ÚTMUTATÓ

FORGÁCSOLÁS

Modulprogram

Tanulási módszertani útmutató

Értékelési stratégia

Feladatrendszer

Megoldások

Fogalomtár

M
Ű
S
Z
A
K
I

K
Ö
N
Y
V
E
K

2.

Firstner Stevan

GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA

TANULÁSI ÚTMUTATÓ (FORGÁCSOLÁS)

© Firstner Stevan, 2015

DUNAÚJVÁROSI FŐISKOLA

www.duf.hu

D=U=F PRESS

Kiadóvezető Németh István

Felelős kiadó András István

Felelős szerkesztő Nemeskery Artúr

Tördelés Duma Attila

Készült a QUARTS nyomdában

Felelős vezető Zubor István

ISBN 978 963 9915 67 1

Firstner Stevan

GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA TANULÁSI ÚTMUTATÓ

FORGÁCSOLÁS

Modulprogram
Tanulási módszertani útmutató
Értékelési stratégia
Feladatrendszer
Megoldások
Fogalomtár



Dunakavics
D U F P R E S S
Dunaújváros, 2015

TARTALOM

1. MODULPROGRAM	9
2. TANULÁSMÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ	12
2.1. A tanulás kezdete	12
2.1.1. Minimális alaptudások.....	12
2.2. Előkészület	13
2.3. Folyamatos tanulás	13
2.4. Ismétlés	13
2.5. Feladatkidolgozás	14
2.6. Önértékelés	14
3. ÉRTÉKELESI STRATÉGIA	14
3.1. Aláírási feltételek	15
3.1.1. Írásbeli tudásfelmérés (ZH)	15
3.1.1.1. Zárthelyi példák	15
3.1.1.2. Zárthelyi kérdések	18
3.1.2. Műhelygyakorlatok elvégzése	18
– A vizsgára bocsátás feltételei	18
3.2. A vizsga	18
3.2.1. Szóbeli (elméleti) rész	18
3.2.2. Írásbeli rész (feladatmegoldás)	18
– Osztályzatszámítás	19
4. FELADATRENDSZER	19
– A beállítások	19
4.1. Feltételek	19
4.1.1. Munkadarabra vonatkozó feltételek	19
4.1.1.1. Felületi érdességi feltételek	19
4.1.1.2. Alakváltozási feltételek	20
– Síkmegmunkálás esetén (gyalulás, marás)	20
– Körmegmunkálás esetén (esztergálás, fúrás,..)	20
4.1.2. Szerszámra vonatkozó feltétel	20
4.1.2.1. Szilárdsági feltétel	20
4.1.2.2. Sebességbírási feltétel	20
4.1.3. Teljesítményre vonatkozó feltétel	20
4.1.4. Termelékenység kritérium	20
4.2. Technológiai adatok számítása	21
4.2.1. Előtolás-számítás	21
4.2.2. Fogásmélység-számítás	22
– Körmegmunkálás	22
– Síkmegmunkálás	22
4.2.3. Fordulatszám-számítás	22
4.3. Alap forgácsolási folyamatok technológiai adatszámításai	23

– MGS Műszaki tulajdonságok	23
4.3.1. Esztergálás	24
4.3.1.1. Esztergálás – ismeretlen fogásmélység	24
– a. Előtolás-számítás	24
– b. Fogásmélység meghatározása	24
– c. Ciklusszámítás (fordulatszám)	25
– d. GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	25
– Egyéb számítások	25
4.3.1.2. Esztergálás – ismert fogásmélység	26
– 1. Fogásmélység meghatározása	26
– 2. Előtolás-számítás	26
4.3.2. Gyalulás	27
4.3.2.1. Gyalulás – ismeretlen fogásmélység	27
– 1. Előtolás-számítás	27
– 2. Fogásmélység meghatározása	27
– 3. Ciklusszámítás (kettőslöketek)	27
– 4. Gépfőidő-számítás	28
– Egyéb számítások	28
– Használt teljesítmény	28
– Forgácsolási termelékenység	28
4.3.2.2. Gyalulás – ismert fogásmélység	28
– 1. Fogásmélység meghatározása	28
– 2. Előtolás-számítás	29
4.3.3. Fúrás	29
– 1. Fogásmélység meghatározása	29
– 2. Előtolás-számítás	29
– 3. Ciklusszámítás (fordulatszám)	30
– 4. Gépfőidő-számítás	30
– Egyéb számítások	30
– Használt teljesítmény	30
– Forgácsolási termelékenység	30
4.3.4. Marás	30
4.3.4.1. Marás – ismert fogásmélység	30
– 1. Fogásmélység meghatározása	30
– 2. Fogankénti előtolás számítása	31
– 3. Ciklusszámítás (fordulatszám)	31
– 4. Gépfőidő-számítás	31
– Egyéb számítások	31
– Használt teljesítmény	31
– Forgácsolási termelékenység	31
4.3.5. Köszörülés	32
4.3.5.1. Köszörülés – ismert fogásmélység	32
– 1. Fogásmélység meghatározása	32
– 2. Előtolás-számítás	32
– 3. Ciklusszámítás (fordulatszám)	32

– 4. Gépfőidő-számítás	33
– Egyéb számítások	33
– Használt teljesítmény	33
– Forgácsolási termelékenység	33
5. MEGOLDÁSOK (MEGOLDOTT PÉLDÁK)	34
5.1. Esztergálás	34
– Megmunkálási sorrend (műveleti utasítások)	34
– Feladatmegoldás (technológiai adatok számítása)	34
5.2. Gyalulás	39
5.3. Fúrás	40
– Feladatmegoldás (technológiai adatok számítása)	41
5.4. Marás	43
5.5. Kőszörülés	47
– Feladatmegoldás (technológiai adatok számítása)	47
5.6. Forgácsolási sebesség	49
6. FOGALOMTÁR	50

1. MODULPROGRAM

A tantárgy neve:	magyarul:	GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA (fogácsolás)			Kódja: DFAN-GE-041	
	angolul:	PRODUCTION TECHNOLOGY				
Felelős oktatási egység:		Karbantartás-technológia Tanszék Mechanika – fémszerkezeti Tanszék				
Kötelező előtanulmány neve:		/			/	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali 150/75	Heti 2	0	2	V	5	magyar
Levelező 150/25	Havi 2	0				
Tantárgyfelelős oktató	neve:	Dr. FIRSTNER STEVÁN			beosztása:	főiskolai docens
	Telefon:	06/25/551-258			e-mail:	firstner@mail.duf.hu
	Cím:	DF Gépészeti Intézet M29-es szobák				
	Előadás:	Minden hallgatónak nagy előadóban, táblás előadás. Projektör vagy írásvetítő használata (összes óra 50%-ában).				
Jellemző átadási módok	Gyakorlat:					
	Labor:	Forgácsoló műhelyben végzett bemutatók és gyakorlatok				
Oktatási cél	A gyártástechnológia alapjainak megismerése FORGÁCSOLÁS — A forgácsolás alapelveinek és következményeinek megismerése. — Az alap forgácsolási eljárások megismerése. — A technológiai adatok számítása, és kiválasztása. — A gépi főidő és a normaidő számítás, valamint, a költségek meghatározása. — Egyéb forgácsolási eljárások megismerése. — Az alap forgácsoló gépek kezelése és használata (műhelyszinten).					
Tantárgy tartalmának rövid leírása	. FORGÁCSOLÁS Forgácsolási módok és a forgácsolás jellemzői. Esztergálás, gyalulás, fúrás, marás, köszörülés. Minden megmunkálási formánál a ráhagyások, előtolások és a ciklusok számának az optimális meghatározása. A gépi főidő kiszámítása. A megfelelő gép kiválasztása. A normaidő kiszámítása. Költségelemzés. Nem konvencionális eljárások. Egyéb forgácsolási eljárások (üregelés, fűrészelés, fogazások, stb.). Élőgyártmány meghatározása.					
Tanulói tevékenységformák	Elméleti anyag feldolgozása irányítással 20 % Elméleti anyag önálló feldolgozása 20 % Feladatok megoldása irányítással 15 % Feladatok önálló feldolgozása 45 %					

A modulprogram tartalmazza a tananyag típusát, óraszámokat, pontszámokat, vizsgára bocsátási feltételeket és a tudásfelmérési formákat.

Külön részt képez a tananyag tartalma.

Szakmai ismeretalkalmazások	—Optimális forgácsolási folyamatok meghatározása. —Előgyártmányok meghatározása. —Meglévő gyártási folyamatok idő-és költségelemzése.
Szakmai készségek	—Szakmai szöveg megértése —Szakmai nyelvi íráskészség, fogalmazás írásban
Személyes kompetenciák	—Megbízhatóság —Pontosság
Társas kompetenciák	—Szakmai fogalmazó készség —Szakmai nyelvhelyesség
Módszerkompetenciák	—Emlékezőképesség —Rendszerezőképesség —Motiválhatóság
Kötelező irodalom és elérhetősége	1. Dudás Illés: Gépgyártástechnológia I.(GM), Miskolci Egyetemi Kiadó, 2000.
Ajánlott (minimum) irodalom és Elérhetősége	1. Dr. Firstner Stevan: Gyártástechnológia (forgácsolás) jegyzet (J). Dunaújvárosi Főiskola Kiadói Hivatala, 2010. 2. Dr. Firstner Stevan :Gyártástechnológia (forgácsolás) tanulási útmutató (TU)- jegyzet. Dunaújvárosi Főiskola Kiadói Hivatala, 2010.
Beadandó feladatok/mérési jegyzőkönyvek leírása	1. Egy egyszerű munkadarab legyártása.
Zárthelyi leírása, időbeosztása	1. Egy zárthelyi tudásfelmérés (forgácsolásból),13. héten, a 7—12. heti elméleti előadások anyagából. <i>A zárthelyi tudásfelmérés (pótlás, javítás) 15. hét</i>
Vizsgára bocsátási feltételek	1. Egy egyszerű munkadarab legyártása 2. A zárthelyi tudás felmérés sikeres elvégzése.
Az érdemjegy megszerzésének feltétele, kialakítása	Az érdemjegy meghatározása: 1. Írásbeli vizsga (numerikus példák megoldása) 25— 50 pont. 2. Szóbeli vizsga (elméleti tudás felmérés) 25— 50 pont Ezek alapján az érdemjegy meghatározása: — 51 – 60 %: elégséges, — 61 – 70 %: közepes, — 71 – 80 %: jó, — 81 – 100 %: jeles

A tananyag heti beosztása, alapütemezés

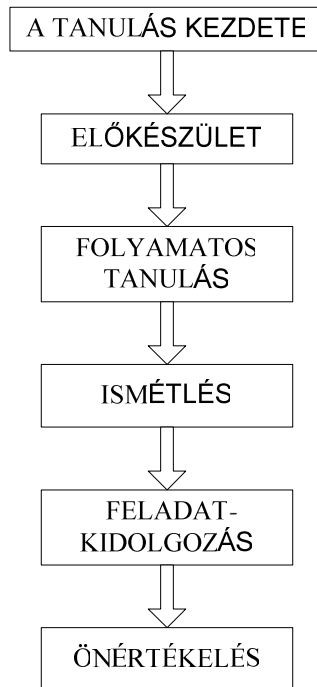
Hét	Típus	Tartalom	Hivatkozás
1	E	FORGÁCSOLÁS Alapismeretek — a munkadarab és a szerszám viszonylagos mozgásai. — a forgácsoló szerszám jellemzői (geometria, anyagminőség) — Forgácsképződés, forgácsfajták nyírási modell Fő forgácsolási tényezők — Forgácsoló erő, forgácsoló sebesség. Forgácsolás következményei Forgácsolástulajdonságok, nyírási modell, hő jelenségek, szerszámkopás, strukturális elváltozások, alakváltozások, élettartam, érdesség.	(J), (GM) jegyzet (13 – 50. oldal)
	Gy		
	L	Forgácslóerők és forgácsoló-sebességek számítása	(J), (GM) jegyzet (17 – 19, 24 – 27. oldal)
2	E	Esztergálás: — Munkatér, gépek, befogási módok, használatos szerszámok — Technológiai jellemzők számítása (a, n, f, t_{fe})	(J), (GM) jegyzet (51 – 72. oldal)
	Gy		
	L	Numerikus példa kidolgozása	Tanulási útmutató (36 – 39. oldal)

3	E	Gyalulás. Fúrás. — Munkatér, gépek, befogási módok, használatos szerszámok — Technológiai jellemzők számítása (a, n, f, t_{fg})	(J), (GM) jegyzet (73 – 88. oldal)
	Gy		
	L	Numerikus példa kidolgozása	Tanulási útmutató 40–43. oldal)
4	E	Marás: — Munkatér, gépek, befogási módok, használatos szerszámok — Technológiai jellemzők számítása (a, n, f, t_{fg})	(J), (GM) jegyzet (89 – 110. oldal)
	Gy		
	L	Numerikus példa kidolgozása	Tanulási útmutató (44–46 oldal)
5	E	Köszörfülés: — Munkatér, gépek, befogási módok, használatos szerszámok — Technológiai jellemzők számítása (a, n, f, t_{fg}) Numerikus példa kidolgozása	(J), (GM) jegyzet (111 – 129. oldal) Tanulási útmutató (oldal)
	Gy		
	L	Munkadarab kidolgozásra való felkészülés (munkavédelem, munkagépek kezelésének bemutatása, munkadarab meghatározás,...)	Szóbeli (műhelyben történő) szakmai útmutató)
6	E	A forgácsolási eljárásokon alapozott eljárások (<i>ismertető szinten</i>): — Fűrészelés, üregelés, menetvágások. — Fogaskerekek megmunkálása (MAG, Pfauter, FIAT, KLINGENBERG, GLIZON) .- köszörfülés ZH tudásfelmérés	Jegyzet (131 – 141. oldal) ZH-tudásfelmérés (teszt)- Jegyzet (13 – 141. oldal) Tanulási útmutató (zh forma 11. oldal)
	Gy		
	L	Munkadarab kidolgozás	Szóbeli-(műhelyben történő) szakmai útmutató)
7	E	Különleges forgácsolási eljárások (ismertető szinten): — Elektroeróziós eljárások. — Vibrációs és szemcsefűvő eljárások — Plazma, vízsugár, és laser alkalmazása. Előgyártmány meghatározás. Időelemzés. Költségelemzés.	Jegyzet (142 – 159. oldal)
	Gy		
	L	Munkadarab kidolgozás	Szóbeli-(műhelyben történő) szakmai útmutató)
8	E	— műhelygyakorlaton készíthető darab bemutatása és osztályozása ZH tudásfelmérés (pótlás)	ZH tudásfelmérés (teszt)- Jegyzet (13 – 141. oldal) Tanulási útmutató (zh-forma 11. oldal)
	Gy		
	L	Munkadarab kidolgozás (pótlehetőségek—javítások)	Szóbeli (műhelyben történő) szakmai útmutató)

2. TANULÁSMÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

A tantárgy tananyagának felépítése amellett, hogy egészében megegyezik a modulprogrammal olyan, hogy elsajátítása bizonyos egyszerű szabályok betartása mellett igen könnyű.

A következő ábra a tananyag leghatékonyabb elsajátítási módszerének sorrendjét ábrázolja:



2.1. A tanulás kezdete

2.1.1. MINIMÁLIS ALAPTUDÁSOK

A tanulás sikeres megkezdése a középiskolai tudásra támaszkodik, és pedig:

a. *Matematika*

A tananyag elméleti része lineáris, exponenciális és trigonometriai függvényeket alkalmaz. Ezeket a függvényeket minden, de különösen a szakközépiskolai matematikára vonatkozó tananyagok tartalmazzák.

b. *Statika*

A statikában a fő tudnivalók az erők összeadása és kivonása, és bizonyos (tetszőlegesen meghatározott) irányokra való felbontása.

Ismerni kell a rendszerek egyensúlyi egyenletei felállítására vonatkozó eljárást, valamint a reakciók meghatározási módját.

c. *Kinematika*

A kinematikából szükséges az egyenes vonalú és a forgó mozgás ismerete. Tudni kell a sebesség és a fordulatszám kiszámítását.

d. *Dinamika*

A dinamikából ismerni kell a munka és a teljesítmény fogalmát, valamint ezeknek a számítását egyenes vonalú és forgómozgás esetében.

e. *Szilárdságtan*

A szilárdságtan középiskolai anyagából nélkülözhetetlenek az alap-igénybevételekre (húzó-nyomó, hajlító, nyíró, csavaró) vonatkozó végleges számítási képletek.

f. *Anyagismeret*

A szakítószilárdság, a folyáshatár és a biztonsági tényező ismerete elengedhetetlen.

A felsorolt alapvető tudnivalókat a hallgatók a középiskolában sajátították el, de ennek ellenére a szükséges fogalmakat az előadások során (röviden) átismétljük.

2.2. Előkészület

Az előkészületekhez tartoznak a következő teendők:

- a. A minimális alaptudások elsajátítása.
 - Azoknak a hallgatóknak, akik szakközépiskolát végeztek javasolt a felsorolt tananyag átismétlése.
 - Azoknak a hallgatóknak, akik gimnáziumot vagy egyéb (nem szak-) középiskolát végeztek, a felsorolt tudnivalókat a fizika tantárgyban tanulták, az előadások valamivel nagyobb odafigyelést igényelnek. Ajánlott az irodalom átismétlése.
- b. A javasolt irodalom beszerzése.
- c. Külön, csak erre a tantárgyra használt munkafüzet biztosítása.

2.3. Folyamatos tanulás

Minden tudás elsajátításának alapvető feltétele a *folyamatosság*. Ebben az esetben ez az előadásokon való részvételt, és a jegyzetek kidolgozását jelenti függetlenül attól, hogy a hallgató rendelkezik-e vagy sem megfelelő irodalommal.

Hiányzások esetén nyomatékosan javasolt az előadáson elhangzott anyag jegyzetének átírása az ott megjelent hallgatóktól. A tananyagról készült jegyzetekben nem szabad üres helyet kihagyni az elhangzottakról.

Az órákra okvetlenül készülni kell. Az előző tananyag fontosabb részeit felismerési szinten tudni kell, hiszen csak ennek alapján lehet sikeresen és értelmezve figyelemmel kísérni az újonnan előadott anyagot.

2.4. Ismétlés

Az ismétlés különösen a vizsgára való előkészületi folyamatra érvényes. A végleges elméleti és gyakorlati tudás elsajátítása akkor lesz hatékony, ha a tananyagot fejezetenként dolgoztuk fel. Az elsajátítás annyit tesz, hogy a tanult anyagot képesek vagyunk egészében értelmezni és reprodukálni. Amíg egy tananyagrészt nem sajátítottunk el teljesen, nem szabad elkezdni a következő rész feldolgozását.

2.5. Feladatkidolgozás

A kidolgozott feladatok elemzését csak akkor érdemes elvégezni, ha a tananyag elméleti részét egészében elsajátítottuk. Ez azért is fontos, mert a konkrét feladatok megoldása során sok táblázati adatot kell alkalmazni. A táblázatok használata a komplett tananyag megismeréséhez kötött. A megoldott feladatok a kidolgozási sorrendet és a számítási folyamatot mutatják be. A hallgatók a megoldott numerikus feladatok mellett önállóan vagy az oktató segítségével külön példákat is felállítanak, és azokat meg is oldják.

Tévhit azt gondolni, hogy a gyakorlatban csak a kidolgozott feladatok léteznek. Az igazság ennek a fordítottja. Minden feladat új feladat, ezért jól kell ismerni a megfelelő elméletet, és mérnöki megfontolás (logika) alapján kell cselekedni.

Meg kell említeni, hogy a vizsgán nem csupán a megoldott példákat kell megváltozott adatokkal átszámítani, hanem az elméleti tudás alapján a vizsgára készített külön eseteket (példákat) is meg kell megoldani.

A feladatok kidolgozása során a hallgatónak sok esetben – ha ezt az oktató igényli – önállóan kell meghatározni az egyes műszaki adatokat. Az ilyen adatok helyes meghatározása (kiválasztása) csak akkor lehetséges, ha a tananyag egész terjedelmében ismert.

2.6. Önértékelés

Az önértékelést két részre lehet osztani:

a. *Elméleti tudásszint ellenőrzése.*

Leghatékonyabb, ha a hallgató önállóan válaszol az egyes fejezetek végén feltett kérdésekre. Ha egyes kérdésekre nem tud egyértelmű választ adni, a megfelelő tananyagrészt meg kell ismételnie (meg kell tanulnia).

b. *Feladatok megoldása.*

Első lépés a kidolgozott (megoldott) feladatok megértése és (ismétlésként) önálló kidolgozása. Ha az első lépés sikeresnek bizonyul, javasolt minden forgácsolási folyamatra egy komplett példát önállóan (vagy az oktató segítségével) felállítani, és ezt követően elvégezni a szükséges számításokat. A megoldások ellenőrzése céljából javasolt e példák egymás közt történő kicserélése.

3. ÉRTÉKELÉSI STRATÉGIA

Az értékelési stratégia (tudásfelmérés) a tudáselsajátítás három szintjét méri:

- Felismerés
- Reprodukció
- Alkalmazás

A modulprogram e három tudásszint értékelését a következő formákban teszi lehetővé:

- | | |
|----------------|---|
| – Felismerés: | ZH példamegoldások alapján (aláírási feltételek). |
| – Reprodukció: | A vizsga szóbeli részén történő tudásfelmérés alapján. |
| – Alkalmazás: | A vizsga írásbeli részén történő tudásfelmérés alapján. |

3.1. Aláírási feltételek

A tanulási stratégia egyik fontos eleme az előadásokon és gyakorlatokon való részvétel mellett a folyamatos tanulás. Az előadásokon és a gyakorlatokon való sikeres részvétel kiértékelése a következőképpen történik:

3.1.1. ÍRÁSBELI TUDÁSFELMÉRÉS (ZH)

A szemeszter tizenharmadik hetében egy írásbeli tudásfelmérésre kerül sor (zárthelyi). Ez a tananyag alapismeretét ellenőrzi (felismerési és reprodukciós szinten). A tudásfelmérés teszt vagy kérdések formájában történik.

A következőkben bemutatunk egy kidolgozott (megoldott) tesztet és egy kérdéslistát. Minden tanévben értelemszerűen, a teszt és a kérdések változnak.

3.1.1.1. Zárthelyi példák

A ZH tudásfelmérésre a pozitív osztályzat tartománya: 120–200 pont (120 pont → 2-es, 200 pont → 5-ös)

FELADAT (Nehézségi fok 100 pont)

Számítsa ki az alkalmazható f' [mm/ford.] előtolás értékét, ha adottak a következő adatok:

A munkadarab anyaga:	S235JR → $R_m = 400$ [N/mm ²]
A szerszám aktív hossza:	$l_n = 50$ [mm]
A szerszámszár normálmetszetének magassága:	$h = 20$ [mm]
A szerszámszár normálmetszetének szélessége:	$b = 12$ [mm]
A szerszámszár anyagának szakítószilárdsága:	$R_m = 600$ [N/mm ²]
A fogásmélység értéke:	$a = 1,8$ [mm]
Biztonsági tényező:	$v = 3$

KOMPLETT MEGOLDÁS

A számításra használandó képlet:

$$(2.17. \text{ képlet}) \Rightarrow f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a_{Rm}^{x1} \cdot v}}$$

A szerszám mértani tényezője:

$$(2.11. \text{ képlet}) \Rightarrow c_0 = \frac{6 \cdot g + 1,2 \cdot e \cdot g - 0,8}{b^2 \cdot e}$$

$$g = \frac{l_n}{h} = \frac{50}{20} = 2,5$$

$$e = \frac{h}{b} = \frac{20}{12} = 1,7$$

$$c_0 = \frac{6 \cdot 2,5 + 1,2 \cdot 1,7 \cdot 2,5 - 0,8}{12^2 \cdot 1,7} \approx 0,1$$

Táblázati adatok megválasztása és előtolás-számítás:

$$\left(\begin{array}{l} \text{1.10. táblázat} \end{array} \right) \Rightarrow C_K = 1570$$

$$x_1 = 1$$

$$y_1 = 0,78$$

$$\Downarrow$$

$$f' \leq_{0,78} \sqrt{\frac{600}{0,1 \cdot 1570 \cdot 1,8^1 \cdot 3}} = 0,66$$

Alkalmazható előtolás kiválasztása:

$$\left(\begin{array}{l} \text{2.39. képlet} \end{array} \right) \Rightarrow f = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\left(\begin{array}{l} \text{1.7. táblázat} \end{array} \right) \Rightarrow f = 0,63}$$

FELADAT (Nehézségi fok 40 pont)

Vezesse le a fűrásnál alkalmazott fordulatszám-számítást, a fűró dolgozó részének sebességbírása alapján (empirikus módszer alkalmazásával):

KOMPLETT MEGOLDÁS

A (2.69.) alapján a a fűró dolgozó részének sebességbírására vonatkozó empirikus képlet:

$$V_C \approx \frac{C_v \cdot D^{X_0} \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0}}$$

A sebességre vonatkozó képlet:

$$V_C \geq \frac{D \cdot \pi \cdot n_{sz}}{1000}$$

Kiegyenlítve:

$$\frac{C_v \cdot D^{X_0} \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0}} \geq \frac{D \cdot \pi \cdot n_{sz}}{1000}$$

$\Downarrow$

$$\boxed{n_{sz} \left[\frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] \leq \frac{320 \cdot C_v \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0} \cdot D^{(1-X_0)}}$$

FELADAT (Nehézségi fok 80 pont)

Felsorolni és alkalmazni: A forgácsolósebesség számítására alkalmazott empirikus módszereket.

KOMPLETT MEGOLDÁS

Kronenberg-módszer:

A Kronenberg-módszer szerint a (T=60 perc) – es élettartamra, 45o – os (κr) szerszámfőél elhelyezésszögére és gyorsacélra vonatkozó (V_{60'}) forgácsolási sebességet meghatározó képlet a következő:

$$V_{60}' \left[\frac{m}{perc} \right] = \frac{C_V}{\varepsilon_V \sqrt{A}}$$

Egyéb dolgozórész-anyagok és (κr) szerszám-főél elhelyezési szög esetében, (ξ_k · ξ_m) korrekciós tényezők alkalmazásával kell meghatározni a megfelelő (V₆₀) forgácsolási sebességet:

$$V_{60} \left[\frac{m}{perc} \right] = V_{60}' \cdot \xi_k \cdot \xi_m$$

Értelmezés:

ξ _κ	főél-elhelyezkedési szögtől függő módosító tényező (1.2. táblázat)
ξ _m	az alkalmazott szerszámél-anyagtól függő módosító tényező (1.3. táblázat)
A=A _o [mm ²]	a forgács kiinduló normálmetszete
CV [m/perc]	fajlagos forgácsolási sebesség (1.1. táblázat)
εV,	kísérleti adatok (1.1. táblázat)

Walich-módszer:

A Walich-módszer szerint a (T=60 perc)-es élettartamra, és gyorsacélra vonatkozó (V_{60'}) forgácsolási sebességet meghatározó képlet a következő:

$$V_{60}' \left[\frac{m}{perc} \right] = \frac{C_V}{a^x \cdot b^y}$$

FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉGKORREKCIÓ

Ha az alkalmazott szerszámél dolgozó részének anyaga nem gyorsacél, akkor a (V_{60'}) forgácsolósebességet korrigálni kell. A korrekció (ΔV) módosító tényezőkkel történik.

$$V_{60} \left[\frac{m}{perc} \right] = V_{60}' \cdot \Delta V$$

Értelmezés:

a [mm]	a forgács kiinduló normálmetszetének magassága
b [mm]	a forgács kiinduló normálmetszetének szélessége

CV [m/perc]	fajlagos forgácsolási sebesség
x,y	kísérleti adatok (1.4. táblázat)
ΔV	forgácsolási sebességmódosító tényező (1.5 táblázat)

3.1.1.2. Zárthelyi kérdések (Súlyossági szint kérdésként 5 pont)

1. Határozza meg a forgácsolóerő összetevőinek megközelítő arányait!
2. Mi befolyásolja a szerszám dolgozó részének élettartamát?
3. Milyen a hűtő-kenő emulzió összetétele?
4. Nevezze meg a maró megmunkálási eljárás két alapformáját!
5. Melyek az esztergálásnál alkalmazott kritériumok az előtolás meghatározásánál?
6. Nevezze meg a gyalulás fő jellemzőit!
7. Mi alapján kell meghatározni az alkalmazott fordulatszámokat?
8. Mely adatokon alapul a fő gépidő meghatározása?
9. Nevezze meg a köszörűkő fő tulajdonságait!
10. Mi a szemcsék finomságának mértékegysége?

3.1.2. MŰHELYGYAKORLATOK ELVÉGZÉSE

A modulprogrammal összhangban a hallgatók kötelező műhelygyakorlatokon vesznek részt. A gyakorlatok sikeres elvégzését egy megfelelő minőségű munkadarab kidolgozása képezi.

A vizsgára bocsátás feltételei:

- Pozitív osztályzatok megszerzése az elméleti tudásfelmérésen (teszt).
- A műhelygyakorlatok sikeres elvégzése.

Az osztályzatok az egyéni tudásfelmérést szolgálják – nem képezik a vizsgajegy részét.

3.2. A vizsga

3.2.1. SZÓBELI (ELMÉLETI) RÉSZ

A szóbeli rész a tudás *reprodukciós* szintjét méri.

A hallgatónak tudni kell levezetni és megmagyarázni mindazokat az elméleti eljárásokat (egyenletek, képletek), melyeket az előadások során megismert. A vizsgán a hallgatónak a nyilvánosság előtt (a vizsga nyilvános) kell bizonyítania tudását.

Az elméleti kérdések a tananyag egyes részeinek végén találhatók.

3.2.2. ÍRÁSBELI RÉSZ (FELADATMEGOLDÁS)

Az írásbeli rész az elmélet alkalmazási szintjét méri.

A hallgatónak meg kell oldania egy numerikus példát (el kell végezni a megfelelő számításokat), melynek összetettsége nem haladja meg a gyakorlatokon kidolgozott példák szintjét.

A vizsgán a hallgató önállóan dolgozik. A feladat megoldása során használható minden tananyag, megoldások, jegyzetek, irodalom.

OSZTÁLYZATSZÁMÍTÁS

A modulprogrammal összhangban a végleges eredmény a szóbeli és az írásbeli vizsgarészek átlaga.

Érdemjegy megszerzésének feltétele, kialakítása:	Az érdemjegy meghatározása: 1. Írásbeli vizsga (numerikus példák megoldása) 25 – 50 pont. 2. Szóbeli vizsga (elméleti tudás felmérés) 25 – 50 pont Ezek alapján az érdemjegy meghatározása: – 51–60 %: elégséges, – 61–70 %: közepes, – 71–80 %: jó, – 81–100 %: jeles
--	--

4. FELADATRENDSZER

A forgácsolással megoldott technológiai feladatok célja, az MKGSI-rendszer elemeinek olyan beállítása, melyek alkalmazásával bizonyos feltételeknek és kritériumoknak tudunk eleget tenni.

A készüléknek és az információs rendszernek közvetett hatásai vannak a forgácsolási folyamatra, ezért a számítások során csak a rendszer MGS-összetevőire vonatkozó tulajdonságokat kell igénybe venni.

A BEÁLLÍTÁSOK

- a fogásmélység beállítása
- f fordulatonkénti előtolás beállítása
- V1 előtolás sebességének beállítása
- n fordulatszám beállítása
- nk kettőslöketszám beállítása

A megmunkálási folyamat során a következő kritériumoknak kell eleget tenni:

4.1. Feltételek

4.1.1. MUNKADARABRA VONATKOZÓ FELTÉTELEK

4.1.1.1. Felületi érdességi feltételek

A forgácsolás során létrejött (R) felületi érdesség nem szabad, hogy meghaladja az (R_z) műhelyrajzon megadott értéket:

$$R \leq R_z$$

4.1.1.2. Alakváltozási feltételek

A forgácsolás során létrejött () alakváltozás nem szabad, hogy meghaladja a (T_d) műhelyrajzon megadott tűréstartomány értékének bizonyos hányadát (tapasztalat alapján):

$$\text{SÍKMEGMUNKÁLÁS ESETÉN (gyalulás, marás)} \quad \Delta \leq \frac{1}{3} T_d$$

$$\text{KÖRMEGMUNKÁLÁS ESETÉN (esztergálás, fúrás)} \quad \Delta \leq \frac{1}{6} T_d$$

4.1.2. SZERSZÁMOKRA VONATKOZÓ FELTÉTELEK

4.1.2.1. Szilárdsági feltétel

A forgácsolás során ható (σ_R) eredő normálfeszültség nem szabad, hogy meghaladja a szerszám-

$$\text{szárra (} \frac{R_m}{\nu_{sz}} \text{) megengedett szakítószilárdsági értéket.} \quad \sigma_R \leq \frac{R_m}{\nu_{sz}}$$

4.1.2.2. Sebességbírási feltétel

A forgácsolás során használt (V_C) forgácsolósebesség nem szabad, hogy meghaladja a szerszám dolgozó részének ($V_{C,max}$) megengedett maximális forgácsolósebesség értékét.

$$V_C \leq V_{C,max}$$

4.1.3. TELJESÍTMÉNYRE VONATKOZÓ FELTÉTEL

A forgácsolás során használt (P) teljesítmény nem szabad, hogy meghaladja a ($P_{motor} \cdot \eta_m$) beépített motor használható teljesítményét:

$$P \leq P_{motor} \cdot \eta_m$$

4.1.4. TERMELÉKENYSÉGI KRITÉRIUM

Törekedni kell (tisztelőben tartva az előzetesen említett feltételeket) arra, hogy az MGS-rendszer beállítását úgy végezzük el, hogy a termelékenység a lehető legnagyobb legyen.

$$Q \Rightarrow Q_{max}$$

Általános esetben a termelékenység a beállítandó értékek monoton függvénye:

$$Q = Q(a, f, n) = Q(a, f, V)$$

Például esztergálás esetében:

$$Q = \frac{f \cdot a \cdot D \cdot \pi \cdot n}{10^6} \cdot q$$

Ebből arra lehet következtetni, hogy a (a, f, V_f, n) beállítandó értékeket számítások, vagy kiválasztások alapján úgy kell meghatározni, hogy azok szorzata maximális legyen:

$$a \cdot f \cdot n \Rightarrow \max$$

$$a \cdot f \cdot V \Rightarrow \max$$

4.2. Technológiai adatok számítása

A technológiai adatok számítása két lehetséges lépéssorrend szerint történhet. Ezek pedig attól függnek, hogy:

a. A számítás elején, az (a) fogásmélység ismeretlen.

b. A számítás elején, az (a) fogásmélység ismert.

Elsőként feltételezzük, hogy a fogásmélység ismeretlen.

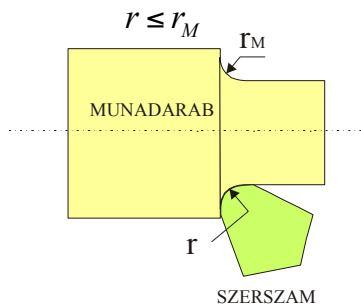
4.2.1. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS

A (4.1.1.1.) felületi érdességi feltételt mértani adatok határozzák meg. Például esztergálásnál az (f'') előtolás esetében a (r) szerszámcsúcs lekerekítési sugarának és a (R_z) felületi érdességnek a (2.19.) függvénye áll rendelkezésre:

$$f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z}$$

A (2.19.) egyenletben a (R_z) felületi érdesség értéke állandó (műhelyrajzzal meghatározott érték), a (r) szerszámcsúcs rádiuszát pedig a munkadarab kontúrja határozza meg (4.1. ábra):

4.1. ábra



Ebből arra lehet következtetni, hogy e feltétel szerint kiszámítható az (f'') előtolás elméleti értéke függetlenül az egyéb, érvényes feltételektől.

Ezt követően meg lehet határozni a (f) mérvadó előtolást (azon értéket, melyet be lehet állítani a szerszámgépen. A gyakorlás során alkalmazni kell a szabványos előtolásokat (1.7. táblázat) úgy, hogy az első kisebb értéket alkalmazzuk).

4.2.2. FOGÁSMÉLYSÉG-SZÁMÍTÁS

Ismerve a (f) mérvadó előtolást, a (a) fogásmélységet a (4.1.2.1.) szilárdsági és az (4.1.1.2.) alakváltozási feltételek igénybevételével lehet számolni, mivel ezek csak a (f) mérvadó előtolás és a (a) fogásmélység függvényei.

Az említett függvényeket statikai vonatkozású adatok segítségével határoztuk meg. Például esztergálásnál:

A szerszámszár teherbírása szerint (2.17.):

$$f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a_{Rm}^{x_1} \cdot \eta}}$$

A munkadarab megengedett alakváltozása szerint (2.38):

$$f''' = \sqrt[3]{\frac{T_s \cdot E \cdot I}{\mu \cdot 2,4 \cdot C_K \cdot \left(a_s - \frac{1}{6} T_s\right)^{x_1} \cdot l^3}}$$

A két feltétel szerint ki kell számítani a megfelelő (a_s, a_{Rm}) fogásmélység-értékeket.

A mérvadó (a) fogásmélység értékét úgy kell meghatározni, hogy nagyobb legyen az előző munkálásból visszamaradt, (a_s) kötelezően eltávolítandó réteg vastagságánál (érdesség, sérült réteg, alakváltozás), de egyúttal ne haladja meg a szerszámszárra (R_m) megengedett normálfe-szültség által meghatározott (a_{Rm}) értéket:

$$a_{Rm} \geq a \geq a_s$$

Esetenként a (r) szerszámcúcs rádiusza és az (f') előtolás kis értékek. Megtörténhet az, ha a használt szerszámszár keresztmetszete nagy, hogy a számítás során nem beállítható (nem alkalmazható) (a) fogásmélységre vonatkozó értéket kapunk. Ebben az esetben a (a_{Rm}) számított érték helyett (δ) táblázati értékeket alkalmazunk (táblázatok):

$$\text{KÖRMEGMUNKÁLÁS} \quad \frac{\delta}{2} \geq a \geq a_s$$

$$\text{SÍKMEGMUNKÁLÁS} \quad \delta \geq a \geq a_s$$

4.2.3. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS

A (4.1.2.2.) sebességi és a (4.1.3.) szerszámgépre vonatkozó feltételeket kinematikai és dinamikai vonatkozású adatok határozzák meg. Ismerve a (f) mérvadó előtolást és a (a) mérvadó fogásmélység értékeit, a feltételekre vonatkozó egyenletek alapján ki lehet számolni a (n_{sz}, n_g) megfelelő fordulatszámokat. Például esztergálásnál:

Sebességbírási feltétel szerint (2.42.):

$$n_{sz,T} = n_{sz} \leq \frac{320 \cdot C_V}{D \cdot a^x \cdot f^y} \cdot \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(\frac{-1}{k}\right)} = \frac{320}{D} \cdot V_{60} \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(\frac{-1}{k}\right)}$$

Szerszámgép teljesítményére vonatkozó feltétel szerint (2.44.):

$$n_g \leq \frac{P_{motor} \cdot \eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D}$$

Ezt követően meg lehet határozni a mérvadó fordulatszámot – az (n_{sz} , n_g) értékek közül a kisebbik.

A szerszámgépen beállítható fordulatszámot a gépen rendelkezésre álló tartományból határozzuk meg, mint az első kisebb értéket. A gyakorlás során alkalmazni kell a szabványos fordulatszámokat (1.6. táblázat) olyképpen, hogy szintén az első kisebb értéket használjuk.

Kivételes esetben, ha a rendelkezésre álló legközelebbi fordulatszám nagyobb a mérvadó értéknél (5%-ig), ezt a nagyobb értéket is lehet alkalmazni.

$$n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$$

Ha a feladat olyan jellegű, hogy a (a) fogásmélység adott, vagy javasolt táblázati adatokból van meghatározva, akkor első lépésként az előtolást határozzuk meg (minden forgácsolási folyamatnál külön feltételek állnak rendelkezésre), majd ezt követően a fordulatszámokat számítjuk ki.

4.3. Alap forgácsolási folyamatok technológiai adatszámításai

MGS MŰSZAKI TULAJDONSÁGOK

A konkrét példák megoldása esetében ismerni kell az MGS-rendszer összetevőinek technikai tulajdonságait. Gyakorlás során ezeket az adatokat az oktató adja, a gyakorlatban pedig a műhely megismerése során kell őket átvenni (regisztrálni).

A SZERSZÁMGÉP MŰSZAKI TULAJDONSÁGAI

GÉP		
P	[kW]	BÉEPÍTETT TELJESÍTMÉNY
η_m	/	HATÁSFOK
RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ (szabványos)		
n_s	[ford./perc]	PERCENKÉNTI FORDULATSZÁM
n_k	[k.l./perc]	PERCENKÉNTI KETTŐSLÖKET
f	[mm/ford]	FORDULATKÉNTI ELŐTOLÁS
V_f	[mm/perc]	ELŐTOLÁSI SEBESSÉG

A MUNKADARAB MŰSZAKI TULAJDONSÁGAI

MUNKADARAB		
R_m	[N/mm ²]	130
ν	/	
E	[N/mm ²]	
l	[mm]	MUNKADARABHOSSZ
D	[mm]	ÁTMÉRŐ
Ra	[μ m]	ÁTLAGOS ÉRDESSÉG
Td	[mm]	TŰRÉSTARTOMÁNY

A SZERSZÁM MŰSZAKI TULAJDONSÁGAI

SZERSZÁM		
SZERSZÁMSZÁR		
R _m	[N/mm ²]	SZAKÍTÓSZILÁRDSÁG
v	/	BIZTONSÁGI TÉNYEZŐ
b	[mm]	SZÉLESSÉG
h	[mm]	MAGASSÁG
l _n	[mm]	SZÁRHOSSZ
DOLGOZÓRÉS		
V _c =V ₆₀	[m/perc]	FORGÁCSOLÓSEBESSÉG
r	[mm]	CSÚCSSUGÁR

4.3.1. ESZTERGÁLÁS

4.3.1.1. Esztergálás – ismeretlen fogásmélység

Ha a (a) fogásmélység ismeretlen, a számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
2	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

a. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS:

Az (2.19.) érdességi feltétel szerint:

$$f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z}$$

Mérvadó és beállítható (f) érték:

$$f'' \Rightarrow GÉP \Rightarrow f$$

b. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA:

A szerszámszár teherbírási feltétele szerint (2.17.):

$$f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a_{Rm}^{x_1} \cdot \eta}}$$

$$a_{Rm} \geq \sqrt[3]{\frac{f^{y_1} \cdot c_0 \cdot C_K \cdot \eta}{R_m}}$$

A munkadarab (alakváltozási) feltétele szerint (2.38):

$$f''' = \sqrt[3]{\frac{T_s \cdot E \cdot I}{\mu \cdot 2,4 \cdot C_K \cdot \left(a_s - \frac{1}{6} T_s\right)^{x_1} \cdot l^3}}$$

$$\Downarrow$$

$$a_s \geq \sqrt[3]{\frac{f^{y_1} \cdot \mu \cdot 2,4 \cdot C_K \cdot l^3}{6}} + \frac{1}{6} T_s$$

Mérvadó (a) értékek:

$$a_{Rm} \geq a \geq a_s$$

$$\frac{\delta}{2} \geq a \geq a_s$$

$\Downarrow$

Beállítható (a) érték:

$$a \Rightarrow GÉP$$

c. CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS (fordulatszám):

A (2.42.) szerszám dolgozó részének sebességbírási feltétele szerint:

$$n_{sz,T} = n_{SZ} \leq \frac{320 \cdot C_V}{D \cdot a^x \cdot f^y} \cdot \left(\frac{60}{T} \right)^{\left(-\frac{1}{k} \right)} = \frac{320}{D} \cdot V_{60} \left(\frac{60}{T} \right)^{\left(-\frac{1}{k} \right)}$$

A (2.44.) szerszámgép teljesítményére vonatkozó feltétel szerint:

$$n_g \leq \frac{P_{motor} \cdot \eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D}$$

Mérvadó és beállítható (n) érték:

$$n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$$

d. GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS:

Fogásszám (2.48.) egyenlet szerint:

$$i = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2 \cdot a}$$

PALÁSTESZTERGÁLÁS

(2.46.) egyenlet szerint:

$$t_{fg} = i \cdot \frac{L}{n \cdot f}$$

HOMLOKESZTERGÁLÁS

(2.47.) egyenlet szerint:

$$t_{fg} = i \cdot \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2 \cdot n \cdot f_{\text{radiális}}}$$

EGYÉB SZÁMÍTÁSOK

HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

(2.49) egyenlet szerint:

$$P = \frac{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D \cdot n}{\eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95} \quad [kW]$$

FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

(2.50.) egyenlet szerint:

$$Q = \frac{f \cdot a \cdot D \cdot \pi \cdot n}{10^6} \cdot q \quad \left[\frac{kg}{perc} \right]$$

4.3.1.2. Esztergálás – ismert fogásmélység

Ha a (a) fogásmélység ismert, a számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

1. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA

A fogásmélységet ismertnek lehet tekinteni:

- Ha az előgyártmány méreteinek meghatározása során a számított ráhagyásokat alkalmazzuk
- Ha táblázati adatokat alkalmazunk.

$$\frac{\delta}{2} \geq a \geq a_s$$

2. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS

A szerszámszár szilárdsága szerint (szilárdsági feltétel) – (2.17.) egyenlet:

$$f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a_{Rm}^{x_1} \cdot \eta}}$$

Az érdességi feltétel szerint – (2.19.) egyenlet:

$$f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_Z}$$

Az alakváltozási feltétel szerint – (2.38.) egyenlet:

$$f''' = \sqrt[3]{\frac{T_s \cdot E \cdot I}{\mu \cdot 2,4 \cdot C_K \cdot \left(a_s - \frac{1}{6} T_s\right)^{x_1} \cdot l^3}}$$

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (f) ÉRTÉK:

Nagyoló esztergálás: $f = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP$

Simító esztergálás: $f = \min(f'', f''') \Rightarrow GÉP$

A további eljárás megegyezik az ismeretlen fogásmélységnél alkalmazott sorrenddel:

4.3.2. GYALULÁS

4.3.2.1. Gyalulás – ismeretlen fogásmélység

Ha a (a) fogásmélység ismeretlen, a számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
2	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

1. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS

Az (2.19.) érdességi feltétel szerint: $f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_Z}$

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (f) ÉRTÉK $f'' \Rightarrow GÉP \Rightarrow f$

2. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA

A szerszámszár teherbírási feltétele szerint (2.17.):

$$f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a_{Rm}^{x1} \cdot v}}$$

$$a_{Rm} \geq \sqrt[3]{\frac{f'^{y1} \cdot c_0 \cdot C_K \cdot v}{R_m}}$$

MÉRVADÓ (a) ÉRTÉK:

$$a_{Rm} \geq a$$

$$\frac{\delta}{2} \geq a$$

↓

BEÁLLÍTHATÓ (a) ÉRTÉK:

$$a \Rightarrow GÉP$$

3. CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS (kettőslöketek):

A szerszám dolgozó részének sebességi feltétele szerint (2.58.):

$$n_{KSZ} \leq \frac{1000 \cdot K \cdot C_v}{L \cdot (K + 1) \cdot a^x \cdot f^y}$$

A szerszám gép teljesítményére vonatkozó feltétel szerint (2.60.):

$$n_{Kg} = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_M \cdot K}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot L \cdot (K + 1)}$$

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (n) ÉRTÉK:

$$n_K = \min(n_{K_{sz}}, n_{Kg}) \Rightarrow GÉP$$

4. GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS

Fogásszám a (2.63.) egyenlet szerint: $i = \frac{B_{M,max} - B_{M,min}}{a}$
 B_M [mm] – munkadarab-vastagság

(2.62.) egyenlet szerint: $t_{fg} = i \cdot \frac{B}{n_K \cdot f}$
 B [mm] – munkadarab szélessége.

EGYÉB SZÁMÍTÁSOK

HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

(2.65.) egyenlet szerint: $P = \frac{L \cdot (K + 1) \cdot n}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta_M \cdot K} \quad [kW]$

FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

(2.67.) egyenlet szerint: $Q = \frac{f \cdot a \cdot L \cdot n_{Kg} \cdot (K + 1)}{K \cdot 10^6} \cdot q \quad g \left[\frac{kg}{dm^3} \right]$

4.3.2.2. Gyalulás – ismert fogásmélység

Ha a (a) fogásmélység ismert, a számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

1. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA

A fogásmélységet ismertnek lehet tekinteni:

- Ha az előgyártmány méreteinek meghatározása során a számított ráhagyásokat alkalmazzuk
- Ha táblázati adatokat alkalmazzuk.

$$\delta \geq a$$

2. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS

A szerszámszár szilárdsága szerint (szilárdsági feltétel) – (2.17.) egyenlet:

$$f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a_{Rm}^{x_1} \cdot \eta}}$$

Az érdességi feltétel szerint (2.19.) egyenlet:

$$f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z}$$

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (f) ÉRTÉKEK:

Nagyoló gyalulás: $f = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP$

Simító gyalulás: $f = \min(f'') \Rightarrow GÉP$

A további eljárás megegyezik az ismeretlen fogásmélységnél alkalmazott sorrenddel:

4.3.3. FÚRÁS

A fúrásnál a (a) fogásmélység ismert, (egy fúróval csak egy fogásmélységet lehet létrehozni) a számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

1. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA

A fogásmélységet táblázati, javasolt értékek alapján válasszuk ki. (2.68.): $a = \frac{\delta}{2}$

2. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS

A szerszámszár szilárdsága szerint (szilárdsági feltétel) - (2.75.) egyenlet: $f'' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m \cdot D^{3-X}}{42 \cdot C_m}}$

Táblázati, javasolt értékek (2.70.): f'

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (f) ÉRTÉK:

$$f = \min(f'', f''') \Rightarrow GÉP$$

3. CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS (fordulatszám)

A szerszám sebességi feltétele szerint – (2.78.):

$$n_{sz} \leq \frac{320 \cdot C_v \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0} \cdot D^{(1-X_0)}}$$

A szerszám gép teljesítményére vonatkozó feltétel szerint (2.80.):

$$n_g \leq \frac{3 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta}{\pi \cdot C_m \cdot D^X \cdot f^Y}$$

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (n) ÉRTÉK: $n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$

4. GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS

(2.82.) egyenlet szerint:

$$t_{fg} = \frac{L_{brutto}}{f \cdot n}$$

EGYÉB SZÁMÍTÁSOK

HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

(2.83.) egyenlet szerint:

$$P = \frac{\pi \cdot n \cdot C_m \cdot D^X \cdot f^Y}{\mu \cdot 3 \cdot 10^7} \quad [kW]$$

FORGÁCSOLÁSI TERMELEKENYSÉG

(2.85.) egyenlet szerint:

$$Q = \frac{f \cdot a \cdot D \cdot \pi \cdot n}{10^6} \cdot q \quad \left[\frac{kg}{min} \right]$$

4.3.4. MARÁS

4.3.4.1. Marás – ismert fogásmélység

Ha a marásnál a (a) fogásmélység ismert, a számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

1. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA:

A fogásmélységet ismertnek lehet tekinteni:

- Ha az előgyártmány méreteinek meghatározása során a számított ráhagyásokat alkalmazzuk
- Ha táblázati adatokat alkalmazunk. $\delta \geq a$

2. FOGANKÉNTI ELŐTOLÁS SZÁMÍTÁSA

Az alakváltozási feltétel szerint – (4.1.1.2.) egyenlet:

HOMLOKMARÁS (2.115.):
$$f_1' \approx \frac{1,49 \cdot E \cdot I \cdot T}{z \cdot a \cdot b \cdot K_s \cdot l^2}$$

PALÁSTMARÁS (2.117.):
$$f_1' \approx \frac{37 \cdot D \cdot E \cdot I \cdot T}{z \cdot a \cdot b \cdot K_s \cdot l^3}$$

Az érdességi feltétel szerint – (2.118.) egyenlet: $f_1'' \leq 2 \cdot \sqrt{D \cdot R_z}$

MÉRVADÓ (f_1) ÉRTÉK:
$$f_1 = \min(f_1', f_1'')$$

ELŐTOLÁSI (BEÁLLÍTHATÓ) SEBESSÉG

(2.125.) egyenlet szerint:
$$V_f = f_1 \cdot n_g \cdot z \Rightarrow GÉP$$

3. CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS (fordulatszám)

A szerszám sebességi feltétele szerint – (2.121.):
$$n_{sz} \leq \frac{C_v \cdot D^i \cdot 1000}{T^m \cdot a^x \cdot b^q \cdot z^u \cdot \varepsilon^w \cdot f_1^y \cdot D \cdot \pi}$$

A szerszám gép teljesítményére vonatkozó feltétel szerint – (2.123.):

$$n_g = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_m}{f_1 \cdot a \cdot b \cdot z \cdot K_s}$$

MÉRVADÓ ÉS BEÁLLÍTHATÓ (n) ÉRTÉK:
$$n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$$

4. GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS

Fogásszám a (2.127.) egyenlet szerint:

B_M [mm] – munkadarab-vastagság

$$i = \frac{B_{M,\max} - B_{M,\min}}{a}$$

(2.126.) egyenlet szerint:

L_{brutto} [mm] – munkadarab szélessége.

$$t_{fg} = \frac{L_{brutto}}{V_f} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{f_1 \cdot z \cdot n}$$

EGYÉB SZÁMÍTÁSOK

HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

(2.128.) egyenlet szerint:

$$P = \frac{f_1}{6 \cdot 10^7} \cdot z \cdot n \cdot a \cdot b \cdot K_s \quad [kW]$$

FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

(2.129.) egyenlet szerint:

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot f_1 \cdot z \cdot n}{10^6} \cdot q \quad \left[\frac{kg}{min} \right]$$

4.3.5. KÖSZÖRÜLÉS

4.3.5.1. Köszörülés – ismert fogásmélység

Ha a köszörülésnél a (a) fogásmélység ismert, a számítási sorrend a következő:

SZÁMITÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

1. FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA

A megfelelő fogásmélységeket a megelőző megmunkálási folyamatoknál alkalmazott táblázatokban találhatóak (2.4., 2.7., 2.9., 2.17., táblázatok)

2. ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS

Csúcsközi és síkköszörülés (2.138.):
$$f = b \leq 6 \cdot 10^4 \frac{P \cdot \eta_m}{V_W \cdot a \cdot K_s} \left[\frac{mm}{ford \cdot w} \right]$$

Fazékköszörülés (2.139.):
$$f = b \leq 6 \cdot 10^4 \frac{P \cdot \eta_m}{V_W \cdot D_C \cdot K_s} \left[\frac{mm}{ford \cdot w} \right]$$

Csúcsnélküli köszörülés (2.140.):
$$f = b \leq D_V \cdot \pi \cdot \sin \alpha \cdot \mu$$

3. CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS (fordulatszám)

Köszörűkorongra vonatkozó adatok:
Sebességi feltétel szerint (korong) – (2.142.):
$$n_C \leq 6 \cdot 10^4 \cdot \frac{\sqrt{\sigma_C \cdot g}}{C \cdot \gamma} \left[\frac{ford.}{perc} \right]$$

Táblázati adatok szerint – (2.144.) (korong):
$$n_C = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot D_C \cdot \pi}{D_C \cdot \pi}$$

Munkadarabra vonatkozó adatok:
Kör alakú megmunkálás (2.146.):
$$n_W = \frac{10^3 \cdot V_W}{D_W \cdot \pi}$$

Sík alakú megmunkálás (2.148.):
$$n_{kw} = 500 \cdot \frac{V_W}{L}$$

Vezetőkorongra vonatkozó adatok:
Csúcsnélküli köszörülés (2.150.):
$$n_V = 6 \cdot 10^4 \cdot \mu \cdot \cos \alpha \cdot \frac{V_V}{D_V \cdot \pi}$$

4. GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS

Kör alakú megmunkálás (2.151.):

$$t_{fg} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{n_c \cdot f}$$

Sík alakú megmunkálás (2.152.):

$$t_{fg} = i \cdot \frac{B_{brutto}}{n_k \cdot f}$$

Fazékköszörülés (2.153.):

L_{brutto} [mm] – munkadarab szélessége.

$$t_{fg} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{n_c \cdot f}$$

EGYÉB SZÁMÍTÁSOK

HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

Kör alakú megmunkálás (2.154.):

$$P = \left(\frac{D_w \cdot \pi \cdot n_w}{6 \cdot 10^7} \right) \cdot (a \cdot b \cdot K_s) \quad [kW]$$

Sík alakú megmunkálás (2.155.):

$$P = \left(\frac{V_w}{6 \cdot 10^7} \right) \cdot (a \cdot b \cdot K_s) \quad [kW]$$

Fazékköszörülés (2.156.):

$$P = \left(\frac{V_w}{6 \cdot 10^7} \right) \cdot (a \cdot b \cdot K_s) \quad [kW]$$

FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

Kör alakú megmunkálás (2.157.):

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot V_w}{10^6} \cdot q \quad \left[\frac{kg}{min} \right]$$

Sík alakú megmunkálás (2.158.):

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot V_w}{10^6} \cdot q \quad \left[\frac{kg}{min} \right]$$

Fazékköszörülés (2.159.):

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot V_w}{10^6} \cdot q \quad \left[\frac{kg}{min} \right]$$

5. MEGOLDÁSOK (MEGOLDOTT PÉLDÁK)

AZ MSG-RENDSZER ADATAI:

A feladatok megoldását megelőzően be kell gyűjteni (meg kell határozni) az MSG-rendszer műszaki adatait. A következő táblázat a feladatok megoldásához szükséges adatokat tartalmazza.

MUNKADARAB			SZERSZÁM			GÉP		
R _m	[N/mm ²]	130	SZERSZÁMSZÁR			P	[kW]	BEEPÍTETT TELJESÍTMÉNY
v	/		R _m	[N/mm ²]	SZAKÍTÓSZILÁRDSÁG	η _M	/	HATÁSFOK
E	[N/mm ²]		v	/	BIZTONSÁGI TÉNYEZŐ	RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ (szabványos)		
l	[mm]	MUNKADARABHOSSZ	b	[mm]	SZÉLESSÉG	n	[ford/perc]	PERCENKÉNTI FORDULATSZÁM
D	[mm]	ÁTMÉRŐ	h	[mm]	MAGASSÁG	nk	[k.l./perc]	PERCENKÉNTI KETTŐSLÖKET
R _a	[μm]	ÁTLAGOS ÉRDESSÉG	ln	[mm]	SZÁRHOSSZ	f	[mm/ford]	FORDULATKÉNTI ELŐTOLÁS
T _d	[mm]	TŰRÉSTARTOMÁNY	DOLGOZÓRÉS			V _f	[mm/perc]	ELŐTOLÁSI SEBESSÉG
			V _c =V ₆₀	[m/perc]	FORGACSOLÓSEBESSÉG			
			r	[mm]	CSÚCSSUGÁR			

5.1. Esztergálás

El kell végezni azokat a forgácsolási eljárásokat, melyek biztosítják a műhelyrajzon feltüntetett méreteket és a felületi érdességet.

Ø60 h8 → T_d=0,05 [mm] Ra=3,2 [μm] → R_z=0,0125 [mm]

– A munkadarab anyaga: S235JR → R_m=400 [N/mm²]

– Az alkalmazott szerszám dolgozó része: *gyorsacél*

– A szerszámgép adatai: P=3,7 [kW], η_M=0,8

MEGMUNKÁLÁSI SORREND (műveleti utasítások)

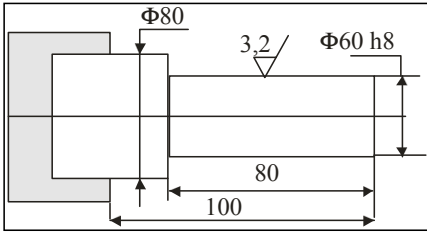
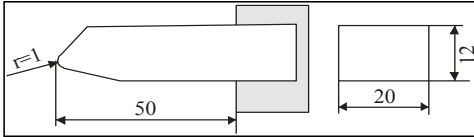
– Első lépés (művelet) a nagyoló megmunkálás. Az előgyártmány méretei ismertek, de egyéb adatok, melyekből számítással meg lehetne határozni (számolni) a fogásmélységet, nem ismertek. Ebből arra lehet következtetni, hogy tapasztalati (2.2. javasolt táblázati) adatokat kell alkalmazni. A nagyolás eredményeként a felületi érdességet Ra=12,5 [μm]-re lehet tervezni az (1.16.) táblázatot alkalmazva.

– Második lépés (művelet) a simító megmunkálás. A simító megmunkálás során ismertek az összes feltételek, hiszen az általunk elvégzett nagyoló megmunkálás előzi meg.

Az előzőek miatt a (4.3.1.2., 4.3.2.1.) részben meghatározott eljárási sorrendet kell alkalmazni:

FELADATMEGOLDÁS (technológiai adatok számítása)

Az MSG-rendszerre vonatkozó mértani és anyagtulajdonsági adatok a következő táblázatban foglaltuk össze.

MUNKADARAB									
ADATOK			BEFOGÁSI TERV						
R _m	400	[N/mm ²]							
v	1.0	/							
E	2.1 x 10 ⁵	[N/mm ²]							
l	80	[mm]							
D	80	[mm]							
R _a	3.2	[μm]							
T _d	0.05	[mm]							
SZERSZÁM					GÉP				
SZERSZÁMSZÁR			BEFOGÁSI TERV			ADATOK			
R _m	600	[N/mm ²]				P	3.7	[kW]	
v	3	/				η _M	0.8	/	
b	12	[mm]				BEÁLLÍTÁSOK			
h	20	[mm]				n,	1.6. táb.	[ford./perc]	
ln	50	[mm]				nk		[k.l./perc]	
V _c		[m/perc]				f	1.7. táb.	[mm/ford]	
r	1	[mm]				V _f		[mm/perc]	

A számításokat táblázatban foglaltuk össze, ami az egyszerű és teljes áttekintést biztosítja.

SZÁMÍTÁSI SORREND

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGASMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFÓIDÓ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FOGÁSMÉLYSÉG	a	$(2.1. \text{ képlet}) \Rightarrow a = \frac{\delta}{2}$ $(2.2. \text{ táblázat}) \Rightarrow \delta = 3,5$ $\Downarrow$ $a = \frac{3,5}{2} = 1,75$	1.8	mm
ELŐTOLÁS	f'	$(2.17. \text{ képlet}) \Rightarrow f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a^{x_1} \cdot v}}$ $(2.11. \text{ képlet}) \Rightarrow c_0 = \frac{6 \cdot g + 1,2 \cdot e \cdot g - 0,8}{b^2 \cdot e}$ $g = \frac{l_n}{h} = \frac{50}{20} = 2,5$ $e = \frac{h}{b} = \frac{20}{12} = 1,7$ $c_0 = \frac{6 \cdot 2,5 + 1,2 \cdot 1,7 \cdot 2,5 - 0,8}{12^2 \cdot 1,7} \approx 0,1$ $(1.10. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_K = 1570$ $x_1 = 1$ $y_1 = 0,78$ $\Downarrow$ $f' \leq \sqrt[3]{\frac{600}{0,1 \cdot 1570 \cdot 1,8^1 \cdot 3}} = 0,66$	0.66	mm/ford
	f''	$(2.19. \text{ képlet}) \Rightarrow f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z}$ $(1.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow R_a = 12,5 \Rightarrow R_z = 0,05 \text{ [mm]}$ $\Downarrow$ $f'' \leq \sqrt{8 \cdot 1 \cdot 0,05} = 0,63$	0.63	
	f	$(2.39. \text{ képlet}) \Rightarrow f = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP$ $(1.7. \text{ táblázat}) \Rightarrow f = 0,63$	0.63	

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FORDULATSZÁM	nsz	$(2.42. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{sz,T} = n_{sz} \leq \frac{320 \cdot C_v}{D \cdot a^x \cdot f^y} \cdot \left(\frac{60}{T} \right)^{\left(\frac{-1}{k} \right)}$ $(1.4. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_v = 55,6$ $x = 0,26$ $y = 0,66$ $T = 300$ $k = -7$ $\Downarrow$ $n_{sz} \leq \frac{320 \cdot 55,6}{80 \cdot 1,8^{0,26} \cdot 0,63^{0,66}} \cdot \left(\frac{60}{300} \right)^{\left(\frac{-1}{-7} \right)} \approx 206$	206	ford/perc
	ng	$(2.44. \text{ képlet}) \Rightarrow n_g \leq \frac{P_{motor} \cdot \eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D}$ $\Downarrow$ $n_g \leq \frac{3,7 \cdot 0,7 \cdot 10^7 \cdot 1,95}{1570 \cdot 1,8^1 \cdot 0,63^{0,781} \cdot 80} = 319$	319	
	n	$(2.45. \text{ képlet}) \Rightarrow n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$ $(1.6.. \text{ táblázat}) \Rightarrow n = 180$	180	
GÉPI FŐIDŐ	tfg	$(2.46. \text{ képlet}) \Rightarrow t_{fg} = i \cdot \frac{L}{n \cdot f}$ $(2.48. \text{ képlet}) \Rightarrow i = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2 \cdot a} = \frac{80 - 60}{2 \cdot 1,8} = 5,55 \Rightarrow 6$ $\Downarrow$ $t_{fg} = 6 \cdot \frac{85}{180 \cdot 0,63} = 4,49 \approx 4,5$	4.5	perc

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (SIMÍTÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FOGÁSMÉLYSÉG	a	$(2.31. \text{ képlet}) \Rightarrow a_s = \mu \cdot \frac{0,4 \cdot F_{c_{nagy}} \cdot l^3}{E \cdot I} + R_Z + C$ $(2.7. \text{ ábra}) \Rightarrow \mu = \frac{1}{3}$ $(1.28. \text{ képlet}) \Rightarrow F_c = C_K \cdot a^{x_1} \cdot b^{y_1}$ $\Downarrow$ $F_c = 1570 \cdot 1,8^1 \cdot 0,63^{0,78} = 1970$ $(1.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow R_a = 12,5 \Rightarrow R_Z = 0,05 \text{ [mm]}$ $(1.18. \text{ táblázat}) \Rightarrow C = 0,08$ $I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 60^4}{64} = 635.850$ $\Downarrow$ $a_s = \frac{1}{3} \cdot \frac{0,4 \cdot 1970 \cdot 100^3}{2 \cdot 10^5 \cdot 635.850} + 0,05 + 0,08 = 0,132$ $(2.1. \text{ képlet}) \Rightarrow a_{s,nagy} = \frac{\delta}{2}$ $(2.3. \text{ táblázat}) \Rightarrow \delta = 1$ $\Downarrow$ $a_{s,táblázat} = \frac{1}{2} = 0,5$ $\frac{\delta}{2} = a_{s,táblázat} \geq a \geq a_s$ $\Downarrow$ $a = 0,5$	0.5	mm
ELŐTOLÁS	f''	$(2.19. \text{ képlet}) \Rightarrow f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_Z}$ $(1.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow R_a = 3,2 \Rightarrow R_Z = 0,0125 \text{ [mm]}$ $\Downarrow$ $f'' \leq \sqrt{8 \cdot 1 \cdot 0,0125} = 0,316$	0.316	mm/ford
	f'''	$(2.19. \text{ képlet}) \Rightarrow f''' = \sqrt[3]{\frac{T_s \cdot E \cdot I}{\mu \cdot 2,4 \cdot C_K \cdot \left(a_s - \frac{1}{6} T_s\right)^{x_1} \cdot l^3}}$ $\Downarrow$ $f''' = \sqrt[0,78]{\frac{0,05 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 635.850}{\frac{1}{3} \cdot 2,4 \cdot 1570 \cdot \left(0,5 - \frac{1}{6} 0,05\right)^1 \cdot 80^3}} = 45,6$	45.6	
	f	$(2.40. \text{ képlet}) \Rightarrow f = \min(f'', f''') \Rightarrow GÉP$ $\Downarrow$ $(1.7. \text{ táblázat}) \Rightarrow f = 0,315$	0.315	

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (SIMÍTÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FORDULATSZÁM	nsz	$(2.42. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{sz,T} = n_{sz} \leq \frac{320 \cdot C_v}{D \cdot a^x \cdot f^y} \cdot \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(-\frac{1}{k}\right)}$ $\Downarrow$ $n_{sz} \leq \frac{320 \cdot 55,6}{80 \cdot 0,5^{0,26} \cdot 0,315^{0,66}} \cdot \left(\frac{60}{300}\right)^{\left(-\frac{1}{-7}\right)} \approx 464$	464	ford/perc
	ng	$(2.44. \text{ képlet}) \Rightarrow n_g \leq \frac{P_{motor} \cdot \eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D}$ $\Downarrow$ $n_g \leq \frac{3,7 \cdot 0,7 \cdot 10^7 \cdot 1,95}{1570 \cdot 0,5^1 \cdot 0,315^{0,78} \cdot 80} = 1961$	1961	
	n	$(2.45. \text{ képlet}) \Rightarrow n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow G\acute{E}P$ $\Downarrow$ $(1.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow n = 450$	450	
GÉPI FŐIDŐ	tfg	$(2.46. \text{ képlet}) \Rightarrow t_{fg} = i \cdot \frac{L}{n \cdot f}$ $(2.48. \text{ képlet}) \Rightarrow i = \frac{D_{max} - D_{min}}{2 \cdot a} = \frac{61 - 60}{2 \cdot 0,5} = 1$ $\Downarrow$ $t_{fg} = 1 \cdot \frac{85}{464 \cdot 0,5} = 0,366 \approx 0,4$	0.4	perc

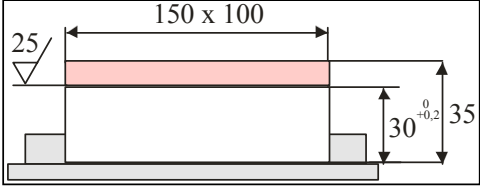
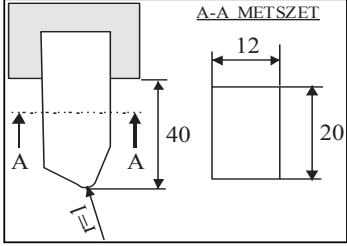
5.2. Gyalulás

El kell végezni azokat a forgácsolási eljárásokat, melyek biztosítják a műhelyrajzon feltüntetett méreteket és felületi érdességet.

A munkadarab anyaga: Alumínium AlMgSi0,5, Rm=1300 [N/mm2] HB=45. Az alkalmazott szerszám dolgozó része: keményfém. A forgácsolási sebesség adott (esztergálásra vonatkozó 2.10. táblázat) Vc=240 [m/min]. A szerszámrész elvárt élettartama: T=240 perc. A fogásmélység ismeretlen. A számítási sorrend a következő:

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGASMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

Az MSG-rendszerre vonatkozó mértani és anyagtulajdonsági adatokat a következő táblázatban foglaltuk össze.

MUNKADARAB									
ADATOK			BEFOGÁSI TERV						
R _m	130	[N/mm ²]							
v		/							
E		[N/mm ²]							
L	150	[mm]							
b	100	[mm]							
R _a	25	[μm]							
T _d	0,2	[mm]							
HB	45								
SZERSZÁM					GÉP				
SZERSZÁMSZÁR			BEFOGÁSI TERV			ADATOK			
R _m	800	[N/mm ²]				P	3,4	[kW]	
v	3	/				η _M	0,8	/	
b	12	[mm]				BEÁLLÍTÁSOK			
h	20	[mm]				n,		[ford./perc]	
ln	40	[mm]				nk	1.6. táb.	[k.l./perc]	
V ₆₀	150	[m/perc]				f	1.7. táb.	[mm/ford]	
r	1,5	[mm]				V _f		[mm/perc]	
E	2,1x10exp5	[N/mm ²]				K	1,3		

A végleges felületi érdesség alapján csak nagyoló gyalulást kell végezni.

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
ELŐTOLÁS	f''	(2.19. képlet) $\Rightarrow f'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z}$ (1.16. táblázat) $\Rightarrow R_z = 25 \Rightarrow R_z = 0,1 \text{ [mm]}$ $\Downarrow$ $f'' \leq \sqrt{8 \cdot 1,5 \cdot 0,1} = 1,1$	1.1	
	f	(1.77. táblázat) $\Rightarrow f \Rightarrow \text{GÉP}$ (1.7.. táblázat) $\Rightarrow f = 1$	1	

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FOGÁSMÉLYSÉG	a'	$(2.17. \text{ képlet}) \Rightarrow f' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a^{x_1} \cdot v}}$ $\Downarrow$ $a' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot f'^{y_1} \cdot v}}$ $(2.11. \text{ képlet}) \Rightarrow c_0 = \frac{6 \cdot g + 1,2 \cdot e \cdot g - 0,8}{b^2 \cdot e}$ $g = \frac{l_n}{h} = \frac{40}{20} = 2$ $e = \frac{h}{b} = \frac{20}{12} = 1,7$ $c_0 = \frac{6 \cdot 2 + 1,2 \cdot 1,7 \cdot 2 - 0,8}{12^2 \cdot 1,7} \approx 0,06$ $(1.10. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_K = 400$ $x_1 = 1$ $y_1 = 0,8$ $\Downarrow$ $a' \leq \sqrt[0,8]{\frac{800}{0,06 \cdot 400 \cdot 1^1 \cdot 3}} = 20,3$	20.3	mm
	a	$(2.52. \text{ képlet}) \Rightarrow a = \delta$ $(2.2. \text{ táblázat}) \Rightarrow \delta = 4$ $\Downarrow$ $a = 4$	4	
KETTŐSLÖKETEK SZÁMA	n_{ksz}	$(2.58. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{ksz} \leq \frac{1000 \cdot K \cdot V_c}{L \cdot (K + 1)}$ $(1.20. \text{ táblázat}) \Rightarrow k = -2,5$ $(2.7. \text{ képlet}) \Rightarrow V_c = 0,6 \cdot V_{60,gyártó} \cdot \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(-\frac{1}{k}\right)}$ $\Downarrow$ $V_c = 0,6 \cdot 250 \cdot \left(\frac{60}{240}\right)^{\left(-\frac{1}{-2,5}\right)} = 86,2$ $\Downarrow$ $n_{ksz} \leq \frac{1000 \cdot 1,3 \cdot 86,2}{160 \cdot (1,3 + 1)} = 304,5$	304.5	kl/perc
	n_{kg}	$(2.60. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{kg} = n_{kg} = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_M \cdot K}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot L \cdot (K + 1)}$ $\Downarrow$ $n_{kg} = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot 3,4 \cdot 0,8 \cdot 1,3}{400 \cdot 4^1 \cdot 1^{0,8} \cdot 160 \cdot (1,4 + 1)} = 345,3$	345.3	

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
	n_k	$(2.61. \text{ képlet}) \Rightarrow n_k = \min(n_{k_{sz}}, n_{k_g}) \Rightarrow G\acute{E}P$ $(1.6. \text{ táblázat}) \Rightarrow n = 280$	280	
GÉPI FŐIDŐ	t_{fg}	$(2.62. \text{ képlet}) \Rightarrow t_{fg} = i \cdot \frac{B}{n_k \cdot f}$ $(2.63. \text{ képlet}) \Rightarrow i = \frac{R\acute{E}TEG}{a} = \frac{35-30}{4} = 1,25 \Rightarrow i = 2$ $\Downarrow$ $t_{fg} = 2 \cdot \frac{110}{280 \cdot 1} = 0,8$	0.8	perc

5.3. Fúrás

El kell végezni a forgácsolási eljárást, mely biztosítja a műhelyrajzon feltüntetett méretet és felületi érdességet.

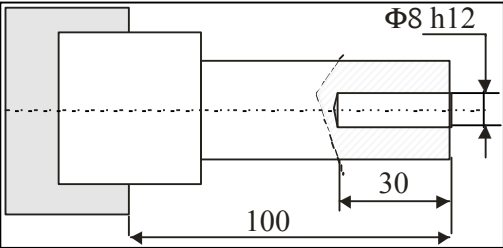
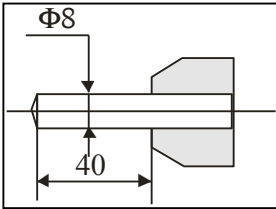
- A munkadarab anyaga: Ötöttvas GGG-400 , $R_m=400$ [N/mm²] , $HB=200$.
- Az alkalmazott szerszám dolgozó része: Gyorsacél, $R_m=1500$ [N/mm²] $v=4$
- A forgácsolási sebesség javasolt értéke (2.15. táblázat) $V_c=25$ [m/min].
- A szerszámrész elvárt élettartama: $T=120$ perc.

A számítási sorrend a következő: (4.3.3.):

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kv}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

FELADATMEGOLDÁS (technológiai adatok számítása)

Az MSG-rendszerre vonatkozó mértani és anyagtulajdonsági adatokat a következő táblázatban foglaltuk össze.

MUNKADARAB									
ADATOK			BEFOGÁSI TERV						
R _m	400	[N/mm2]							
v	2	/							
E	2,1x10exp5	[N/mm2]							
l	30	[mm]							
D	8	[mm]							
Ra	12,5	[μm]							
T _d	0,09	[mm]							
HB	200								
SZERSZÁM					GÉP				
SZERSZÁMSZÁR			BEFOGÁSI TERV			ADATOK			
R _m	1500	[N/mm2]				P	2,2	[kW]	
v	4	/				η _M	0,9	/	
Φ	8	[mm]				BEÁLLÍTÁSOK			
l	40	[mm]				n,	1.6. táb.	[ford./perc]	
V _c	25	[m/perc]				nk		[k.l./perc]	
			f	1.7. táb.	[mm/ford]				
			V _f		[mm/perc]				

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FOGÁSMÉLYSÉG	a	$(2.12. \text{ táblázat}) \Rightarrow a = \frac{\delta}{2} = \frac{\delta_1}{2}$ $(2.68. \text{ képlet}) \Rightarrow a = \delta_1 = \frac{D}{2}$ $\Downarrow$ $a = \frac{8}{2} = 4$	4	mm
ELŐTOLÁS	f'	$(2.15. \text{ táblázat}) \Rightarrow f' = 0,01 + 0,17 \approx 0,1$	0.66	mm/ford
	f''	$(2.75. \text{ képlet}) \Rightarrow f'' \leq \sqrt[3]{\frac{R_m \cdot D^{3-x}}{v \cdot 42 \cdot C_m}}$ $(2.15. \text{ táblázat}) \Rightarrow x = 1,9$ $y = 0,8$ $C_m = 245$ $\Downarrow$ $f'' \leq \sqrt[0,8]{\frac{1500 \cdot 8^{(3-1,9)}}{4 \cdot 42 \cdot 245}} = 0,35$	0.35	

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
ELŐTOLÁS	f	$(2.76. \text{ képlet}) \Rightarrow f = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP$ $(1.7. \text{ táblázat}) \Rightarrow f = 0,1$	0.1	
FORDULATSZÁM	nsz	$(2.78. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{sz} \leq \frac{320 \cdot C_v \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0} \cdot D^{(1-X_0)}}$ $(2.13. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_v = 11,35$ $m = 0,125$ $x_o = 0,25$ $y_o = 0,4$ $(2.13. \text{ táblázat}) \Rightarrow \frac{l}{D} = \frac{40}{8} \Rightarrow \mu_o = 0,7$ $\Downarrow$ $n_{sz} \leq \frac{320 \cdot 11,35 \cdot 0,7}{120^{0,125} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 8^{(1-0,25)}} = 743$ <i>Javasolt forgácsolássebesség alapján</i> $n_{sz} \leq \frac{1000 \cdot V_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 25}{8 \cdot \pi} = 995$	743	ford/perc
	ng	$(2.80. \text{ képlet}) \Rightarrow n_g \leq \frac{3 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_m}{\pi \cdot C_m \cdot D^x \cdot f^y}$ $(2.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_m = 245$ $x = 1,9$ $y = 0,8$ $\Downarrow$ $n_g \leq \frac{3 \cdot 10^7 \cdot 2,2 \cdot 0,9}{\pi \cdot 245 \cdot 8^{1,9} \cdot 0,1^{0,8}} = 7424$	7434	
	n	$(2.81. \text{ képlet}) \Rightarrow n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$ $(1.6. \text{ táblázat}) \Rightarrow n = 710$	710	
GÉPI FŐIDŐ	tfg	$(2.82. \text{ képlet}) \Rightarrow t_{fg} = \frac{L_{brutto}}{f \cdot n} = \frac{45}{0,1 \cdot 710} = 0,63$	0.63	perc

5.4. Marás

El kell végezni a forgácsolási eljárást, mely biztosítja a műhelyrajzon feltüntetett méretet és a felületi érdességet.

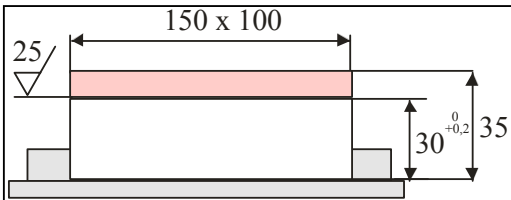
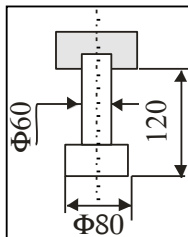
Ellenőrizni kell a megmunkálás hatékonyságát homlokmarásnál és palástmarásnál.

- A munkadarab anyaga: *Acél S235JR*, $R_m=400$ [N/mm²], $HB=45$.
- Az alkalmazott szerszám dolgozó része: *Gyorsacél, Szár: $R_m=1500$ [N/mm²], $v=4$.*
- A szerszám rész elvárt élettartama: $T=240$ perc.

A számítási sorrend a következő: (4.3.4.1.):

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGÁSMÉLYSEG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

Az MSG-rendszerre vonatkozó mértani és anyagtulajdonsági adatokat HOMLOKMARÁSRA, a következő táblázatban foglaltuk össze.

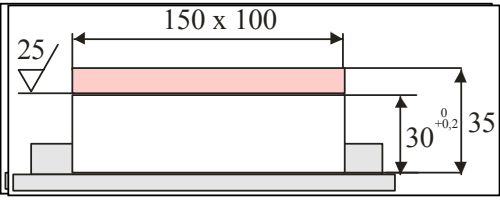
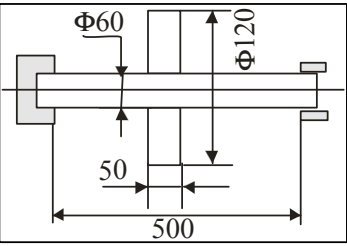
MUNKADARAB											
ADATOK			BEFOGASI TERV								
R _m	1200	[N/mm2]									
v	4	/									
E	2,1x10exp5 xp5	[N/mm2]									
l	150	[mm]									
B	100	[mm]									
R _a	25	μm									
T _d	0,2	[mm]									
SZERSZÁM					GÉP						
SZERSZÁMSZÁR			BEFOGÁSI TERV		ADATOK						
R _m	1200	[N/mm2]			P	3,7	[kW]				
v	4	/			η _M	0,8	/				
Φ	60	[mm]			BEÁLLÍTÁSOK						
Φ	80	[mm]			n,	1.6. táb.	[ford./perc]				
l	120	[mm]			nk		[k.l./perc]				
V _c	15	[m/perc]			V _f	1.7. táb.	[mm/perc]				
z	14	[mm]									
ε	10	fok									

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (HOMLOKMARÁS-NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FOGÁSMÉLYSÉG	a	$(2.94. \text{ képlet}) \Rightarrow a = \delta$ $(2.17. \text{ táblázat}) \Rightarrow a = \delta_1 = 2,5$	2,5	mm
ELŐTOLÁS	f₁	$(2.115. \text{ képlet}) \Rightarrow f_1' \approx \frac{1,49 \cdot E \cdot I \cdot T}{z \cdot a \cdot b \cdot K_s \cdot l^2}$ $I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = \frac{\pi \cdot 60^4}{64} = 635.850$ $E = 2.1 \cdot 10^5$ $(1.8. \text{ táblázat}) \Rightarrow K_s \approx k_{c,l-1} = 1610$ $\Downarrow$ $f_1' \approx \frac{1,49 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 635.850 \cdot 0,2}{14 \cdot 2,5 \cdot 80 \cdot 1610 \cdot 120^2} = 0,6$ <i>Javasolt táblázati érték</i> $(2.21. \text{ táblázat}) \Rightarrow f_1' \approx 0,1 \div 0,2$	0,2	mm/fog
	f''₁	$(2.118. \text{ képlet}) \Rightarrow f_1'' \leq \frac{2 \cdot \sqrt{D \cdot R_z}}{z}$ $(1.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow R_o = 25 \Rightarrow R_z = 0,1 \text{ [mm]}$ $\Downarrow$ $f_1'' \leq \frac{2 \cdot \sqrt{80 \cdot 0,1}}{14} = 0,4$	0,49	
FOGANKÉNTI ELŐTOLÁS	f_i	$(2.119. \text{ képlet}) \Rightarrow f_i = \min(f_1', f_1'') \Rightarrow f_i = 0,2$	0,2	mm/fog
FORDULATSZÁM	nsz	$(2.121. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{sz} \leq \frac{C_v \cdot D^i \cdot 1000}{T^m \cdot a^x \cdot b^q \cdot z^u \cdot \varepsilon^w \cdot f_1^y \cdot D \cdot \pi}$ $(2.18. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_v = 61,5$ $x = 0,27$ $y = 0,3$ $m = 0,3$ $q = 0,09$ $u = 0,1$ $w = 0,18$ $i = 0,5$ $\Downarrow$ $n_{sz} \leq \frac{61,5 \cdot 80^{0,5} \cdot 1000}{240^{0,3} \cdot 2,5^{0,27} \cdot 80^{0,09} \cdot 14^{0,1} \cdot 10^{0,18} \cdot 0,2^{0,3} \cdot 80 \cdot \pi} = 189$	206	ford/perc
	ng	$(2.123. \text{ képlet}) \Rightarrow n_g = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_m}{f_1 \cdot a \cdot b \cdot z \cdot K_s}$ $\Downarrow$ $n_g = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot 3,7 \cdot 0,8}{0,2 \cdot 2,5 \cdot 80 \cdot 14 \cdot 1610} = 197$	197	
	n	$(2.124. \text{ képlet}) \Rightarrow n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$ $(1.6. \text{ táblázat}) \Rightarrow n = 180$	180	

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (HOMLOKMARÁS-NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
ELŐTOLÁSI SEBESSÉG	V_f	$(2.125. \text{ képlet}) \Rightarrow V_f = f_1 \cdot n \cdot z \Rightarrow GÉP$ $V_f = 0,2 \cdot 180 \cdot 14 = 504 \Rightarrow GÉP$	500	mm/perc
FŐ GÉPIDŐ	t_{fg}	$(2.126. \text{ képlet}) \Rightarrow t_{fg} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{V_f} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{f_1 \cdot z \cdot n}$ $(2.127. \text{ képlet}) \Rightarrow i = \frac{\Delta h}{a} \cdot \frac{B}{D} = \frac{5}{2,5} \cdot \frac{100}{80} = 2 \cdot 1,25 \Rightarrow 4$ $\Downarrow$ $t_{fg} = 4 \cdot \frac{(150 + 80)}{500} = 1,84$	1,82	perc
FOGÁSMÉLYSÉG	a	$(2.94. \text{ képlet}) \Rightarrow a = \delta$ $(2.17. \text{ táblázat}) \Rightarrow a = \delta_1 = 2,5$	2.5	mm
ELŐTOLÁS	f'_1	$(2.115. \text{ képlet}) \Rightarrow f'_1 \approx \frac{1,49 \cdot E \cdot I \cdot T}{z \cdot a \cdot b \cdot K_s \cdot l^2}$ $I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = \frac{\pi \cdot 60^4}{64} = 635.850$ $E = 2.1 \cdot 10^5$ $(1.8. \text{ táblázat}) \Rightarrow K_s \approx k_{c,1-1} = 1610$ $\Downarrow$ $f'_1 \approx \frac{1,49 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 635.850 \cdot 0,2}{14 \cdot 2,5 \cdot 80 \cdot 1610 \cdot 120^2} = 0,6$ Javasolt táblázati érték $(2.21. \text{ táblázat}) \Rightarrow f'_1 \approx 0,1 \div 0,2$	0.2	mm/fog
	f''_1	$(2.118. \text{ képlet}) \Rightarrow f''_1 \leq \frac{2 \cdot \sqrt{D \cdot R_z}}{z}$ $(1.16. \text{ táblázat}) \Rightarrow R_a = 25 \Rightarrow R_z = 0,1 \text{ [mm]}$ $\Downarrow$ $f''_1 \leq \frac{2 \cdot \sqrt{80 \cdot 0,1}}{14} = 0,4$	0.49	
FOGANKÉNTI ELŐTOLÁS	f_1	$(2.119. \text{ képlet}) \Rightarrow f_1 = \min(f'_1, f''_1) \Rightarrow f_1 = 0,2$	0.2	mm/fog
FORDULATSZÁM	n_{sz}	$(2.121. \text{ képlet}) \Rightarrow n_{sz} \leq \frac{C_v \cdot D^i \cdot 1000}{T^m \cdot a^x \cdot b^q \cdot z^u \cdot \varepsilon^w \cdot f_1^y \cdot D \cdot \pi}$ $(2.18. \text{ táblázat}) \Rightarrow C_v = 61,5$ $x = 0,27$ $y = 0,3$ $m = 0,3$ $q = 0,09$ $u = 0,1$ $w = 0,18$ $i = 0,5$ $\Downarrow$ $n_{sz} \leq \frac{61,5 \cdot 80^{0,5} \cdot 1000}{240^{0,3} \cdot 2,5^{0,27} \cdot 80^{0,09} \cdot 14^{0,1} \cdot 10^{0,18} \cdot 0,2^{0,3} \cdot 80 \cdot \pi} = 189$	206	ford/perc

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (HOMLOKMARÁS-NAGYOLÁS)	ÉRTÉK	EGY.
FORDULATSZÁM	ng	$(2.123. \text{ képlet}) \Rightarrow n_g = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_m}{f_1 \cdot a \cdot b \cdot z \cdot K_s}$ $\Downarrow$ $n_g = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot 3,7 \cdot 0,8}{0,2 \cdot 2,5 \cdot 80 \cdot 14 \cdot 1610} = 197$	197	
	n	$(2.124. \text{ képlet}) \Rightarrow n = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP$ $(1.6. \text{ táblázat}) \Rightarrow n = 180$	180	
ELŐTOLÁSI SEBESSÉG	V_f	$(2.125. \text{ képlet}) \Rightarrow V_f = f_1 \cdot n \cdot z \Rightarrow GÉP$ $V_f = 0,2 \cdot 180 \cdot 14 = 504 \Rightarrow GÉP$	500	mm/perc
GÉPI FŐIDŐ	t_{fg}	$(2.126. \text{ képlet}) \Rightarrow t_{fg} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{V_f} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{f_1 \cdot z \cdot n}$ $(2.127. \text{ képlet}) \Rightarrow i = \frac{\Delta h}{a} \cdot \frac{B}{D} = \frac{5}{2,5} \cdot \frac{100}{80} = 2 \cdot 1,25 \Rightarrow 4$ $\Downarrow$ $t_{fg} = 4 \cdot \frac{(150 + 80)}{500} = 1,84$	1.82	perc

Az MSG-rendszerre vonatkozó mértani és anyagtulajdonsági adatokat PALÁSTMARÁSRA a következő táblázatban foglaltuk össze.

MUNKADARAB									
ADATOK			BEFOGÁSI TERV						
R _m	1200	[N/mm ²]							
v	4	/							
E	2,1x10exp5	[N/mm ²]							
l	150	[mm]							
B	100	[mm]							
Ra	25	[μm]							
Td	0,2	[mm]							
SZERSZÁM					GÉP				
SZERSZÁMSZÁR			BEFOGÁSI TERV			ADATOK			
R _m	1200	[N/mm ²]				P	3,7	[kW]	
v	4	/				η _M	0,8	/	
Φ	60	[mm]				BEÁLLÍTÁSOK			
Φ	120/50	[mm]				n,	1.6. táb.	[ford./perc]	
l	500	[mm]				nk		[k.l./perc]	
V _c	15	[m/perc]							
z	14	[mm]				V _f	1.7. táb.	[mm/perc]	
ε	10	fok							

5.5. Köszörülés

El kell végezni a köszörülő forgácsolási eljárást, mely biztosítja a műhelyrajzon feltüntetett méretet és felületi érdességet.

A köszörülést a nagyoló marás után kell elvégezni.

– A munkadarab anyaga: *Acél S235JR*, $R_m=400$ [N/mm²], HB=45.

– Az alkalmazott köszörűkorong és a munkadarab sebességei a (2.27.) táblázatból vannak meghatározva:
 $V_c=30$ [m/sec.], $V_w=20$ [m/perc].

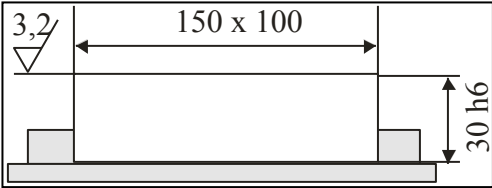
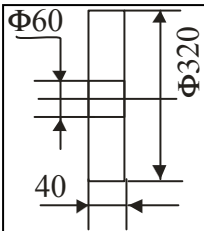
Mivel a munkadarab felülete sík, síkköszörülést alkalmazunk. A korong méretei: ($\varnothing 320/40$).

A számítási sorrend a következő (4.3.5.1.):

SZÁMÍTÁSI SORREND		
1	FOGASMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA	a
2	ELŐTOLÁS-SZÁMÍTÁS	f
3	CIKLUSSZÁMSZÁMÍTÁS	n_{kw}
4	GÉPIFŐIDŐ-SZÁMÍTÁS	t_{fg}

FELADATMEGOLDÁS (technológiai adatok számítása)

Az MSG-rendszerre vonatkozó mértani és anyagtulajdonsági adatokat a következő táblázatban foglaltuk össze.

MUNKADARAB									
ADATOK			BEFOGÁSI TERV						
R _m	400	[N/mm ²]							
v	2	/							
E	2,1x10exp5	[N/mm ²]							
l	150	[mm]							
B	100	[mm]							
Ra	3,2	[μm]							
T _d	0,05	[mm]							
SZERSZÁM					GÉP				
SZERSZÁMSZÁR			BEFOGÁSI TERV		ADATOK				
					P	3,7	[kW]		
					η _M	0,8	/		
b	40	[mm]			BEÁLLÍTÁSOK				
D	320	[mm]			n,	1.6. táb.	[ford./perc]		
V _w	20	[m/sec.]			nk	1.6. táb.	[k.l./perc]		
V _c	30	[m/perc]			f	1.7. táb.	[mm/ford]		
					K	1			

	JELÖLÉS	SZÁMÍTÁSOK (SIMÍTÓ KÖSZÖRÜLÉS)	ÉRTÉK	EGY.
FOGÁSMÉLYSÉG	a	<i>A KÖSZÖRÜLÉS A MARÁST KÖVETI</i> (2.17. táblázat) $\Rightarrow \delta_3 = 0,4$ (2.31. táblázat) $\Rightarrow a = 0,01$	0.01	mm
ELŐTOLÁS	f	(2.138. képlet) $\Rightarrow f = b \leq 6 \cdot 10^4 \frac{P \cdot \eta_m}{V_w \cdot a \cdot K_s} \left[\frac{mm}{kJ} \right]$ (1.8. táblázat) $\Rightarrow K_s \approx k_{c,1-1} = 1610$ $\Downarrow$ $f = b \leq 6 \cdot 10^4 \frac{3,7 \cdot 0,8}{20 \cdot 0,4 \cdot 1610} = 13,8$ <i>JAVASOLT TÁBLÁZATI ADAT</i> (2.32. táblázat) $\Rightarrow f = (0,1 \div 0,2) \cdot b \approx 0,1 \cdot 40 = 4$	4	
FORDULATSZÁM (KÖSZÖRŰKORONG)	n_c	(2.144. képlet) $\Rightarrow n_c = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot V_c}{D_c \cdot \pi}$ $\Downarrow$ $n_c = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 30}{320 \cdot \pi} = 1791$ (1.6. táblázat) $\Rightarrow n_c = 1400$	1400	ford/perc
KETTŐSLÖKETEK	n_{kw}	(2.148. képlet) $\Rightarrow n_{kw} = 500 \cdot \frac{V_w}{L_{brutto}}$ $\Downarrow$ $n_{kw} = 500 \cdot \frac{20}{(150 + 50)} = 50$ (1.6. táblázat) $\Rightarrow n_{kw} = 45$	45	
GÉPI FŐIDŐ	t_{fg}	(2.152. képlet) $\Rightarrow t_{fg} = i \cdot \frac{B_{brutto}}{2 \cdot n_{kw} \cdot f}$ (2.127. képlet) $\Rightarrow i = \frac{\Delta h}{a} = \frac{0,4}{0,01} \Rightarrow 40$ $\Downarrow$ $t_{fg} = 40 \cdot \frac{(100 + 40)}{2 \cdot 45 \cdot 4} = 15,6$	31.1	perc

5.6. Forgácsolási sebesség

A munkadarab anyaga (S235JR) – szerkezeti acél. A (T_1) 60 perces élettartamra, és gyorsacélra vonatkozó (V_1) forgácsolási sebesség (40 m/perc). A szerszám dolgozó része keményfém.

A ($V_c=V_2$) forgácsolósebességet úgy kell meghatározni, hogy annak élettartama (T_2) négy óra legyen.

A TAYLOR-tétel (1.37):

$$\frac{V_1}{V_2} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\left(-\frac{1}{k} \right)} = 1$$

Az alapidő:

$$T_1 = 60 \quad (\text{perc})$$

Az alapsebesség:

$$V_{1(\text{GYORSACÉL})} = V_{60(\text{GYORSACÉL})} = 40 \quad (\text{m / perc})$$

A WALICH- (sebesség-meghatározó) tételek (1.13.)

$$V_{60(\text{GYORSACÉL})} = \frac{C_V}{a^x \cdot b^y} = \frac{C_V \cdot \Delta V_{(\text{GYORSACÉL})}}{a^x \cdot b^y}$$

$$V_{60(\text{KEMÉNYFÉM})} = \frac{C_V}{a^x \cdot b^y} = \frac{C_V \cdot \Delta V_{(\text{KEMÉNYFÉM})}}{a^x \cdot b^y}$$

A (1.5.) táblázatból meghatározzuk a (ΔC_v) fajlagos sebesség-korrekciókat:

$$\Delta V_{(\text{GYORSACÉL})} = 1 \quad \Delta V_{(\text{KEMÉNYFÉM})} = 6$$

A két sebesség megközelítő viszonya (kis hibával, hiszen az x, y a két anyagnál némileg különböznek):

$$\frac{V_{1(\text{GYORSACÉL})}}{V_{1(\text{KEMÉNYFÉM})}} = \frac{V_{60(\text{GYORSACÉL})}}{V_{60(\text{KEMÉNYFÉM})}} \approx \frac{\frac{C_{V(\text{GYORSACÉL})} \cdot \Delta V_{(\text{GYORSACÉL})}}{a^x \cdot b^y}}{\frac{C_{V(\text{GYORSACÉL})} \cdot \Delta V_{(\text{KEMÉNYFÉM})}}{a^x \cdot b^y}} = \frac{\Delta V_{(\text{GYORSACÉL})}}{\Delta V_{(\text{KEMÉNYFÉM})}} = \frac{1}{6}$$

Az előző egyenletből meghatározható a keményfémre vonatkozó sebesség – 60 perces élettartamra:

$$V_{1(\text{KEMÉNYFÉM})} = V_{1(\text{GYORSACÉL})} \cdot 6 = 240 (\text{m / perc})$$

Mivel:

$$T_2 = 240 (\text{perc})$$

És a (k) kitevő (1.20. táblázat):

$$k = -4$$

A keményfémre és ($T_2 = 240 (\text{perc})$) élettartamra vonatkozó ($V_{2(\text{KEMÉNYFÉM})}$) sebesség, a TAYLOR- (1.37.) függvény szerint:

$$V_{2(\text{KEMÉNYFÉM})} = V_{1(\text{KEMÉNYFÉM})} \cdot \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\left(-\frac{1}{k} \right)} = 240 \cdot \left(\frac{60}{240} \right)^{\left(-\frac{1}{-4} \right)} = 169,7 (\text{m / perc})$$

$$V_{2(\text{KEMÉNYFÉM})} = 169,7 (\text{m / perc})$$

6. FOGALOMTÁR

Csak azokat a fogalmak tüntettük fel, amelyek a forgácsolási folyamatokhoz kapcsolódnak.

ALAP DARABIDŐ – Az az idő, mely a munkadarab közvetlen megmunkálásához szükséges.

ASZIMMETRIKUS MARÁS – Homlokmarás egy változata, amely során a szerszám dolgozó részének igénybevétele kisebb 180° -nál.

BŐVÍTETT MÓDSZER – A forgácsolóerő számításának egy változata.

CSÚCSSUGÁR – A szerszám dolgozó része csúcsának értéke (a fő-forgácsolósebességre mérőleges síkban)

CSÚCSSZÖG – A szerszám dolgozó része csúcsának szögértéke (a fő-forgácsolósebességre merőleges síkban)

DIFFERENCIÁLIS OSZTÓFEJ – Olyan osztásra használatos készülék, amikor az osztás száma csak eggyel vagy önmagával osztható (marás eljárás).

DOLGOZÓ RÉSZ – A szerszámnak azon része, amely a forgácsolás során érintkezik a munkadarabbal.

DOLGOZÓ RÉSZ ÉLETTARTAMA – Két élesítés között eltelt gépidő.

KOPÁSMÉRET – A szerszám dolgozó részének kopáskövetkezményei (mérhető nagyságok).

OSZTÓFEJEK – Osztásra használt készülék (marás eljárás).

EGYETEMES OSZTÓFEJ – Olyan osztásra használt készülék, ahol az osztás számát törtként lehet kimutatni.

EGYSZERŰSÍTETT MÓDSZER – A forgácsolóerő számításának egy változata.

ELŐGYÁRTMÁNY – A munkadarab megmunkálását megelőző gyártmány.

ELŐTOLÁS – A szerszám és a munkadarab ciklusok közötti elmozdulása.

FŐ-FORGÁCSOLÓSEBESSÉG – A szerszám dolgozó része és a munkadarab egy meghatározott pontjában jelentkező relatív sebesség összetevői közül a legnagyobb.

FŐ-FORGÁCSOLÓERŐ – A szerszám dolgozó része és a munkadarab egy meghatározott pontjában jelentkező erő összetevői közül a legnagyobb, melynek iránya és irányítása megegyezik a fő forgácsolósebesség irányával és irányításával.

GÉPI FŐIDŐ – A közvetlen forgácsolásra használt idő.

FORGÁCS, FORGÁCSKÉPZŐDÉS – A szerszám dolgozó része és a munkadarab közötti mozgás következménye (anyagleválasztás).

FORGÁCSOLÓSEBESSÉG – A szerszám dolgozó része és a munkadarab egy meghatározott pontjában jelentkező relatív sebesség.

FORGÁCSOLÓERŐ – A szerszám dolgozó része és a munkadarab egy meghatározott pontjában ható erő, melynek iránya és irányítása megegyezik a forgácsolósebesség irányával és irányításával.

HŐELOSZLÁS – A forgácsolás során fejlődő hő eloszlása az MKGSI-rendszerben.

KEMÉNYFÉMEK – A szerszám dolgozó része anyagainak egy fajtája.

KERÁMIALAPKÁK – A szerszám dolgozó része anyagainak egy fajtája.

KETTŐSLÖKET – A szerszám és a munkadarab percenkénti mozgásciklusainak száma (gyalulás).

RÁHAGYÁSOK – A forgácsolás során leválasztandó réteg vastagsága.

KÖTŐANYAG – A köszörűkorong szemcséit összekötő anyag.

FORDULATSZÁM – A munkadarab vagy a szerszám által percenként megtett teljes fordulatok száma.

POROZITÁS – A köszörűkorong szemcséi és a kötőanyag közötti üregek.

SÉRÜLT RÉTEG – A forgácsolási folyamat egy következménye (az anyag strukturális elváltozásokat szenvedett rétegének vastagsága).

SUGARAS FOLYAMATOK – Eróziós eljárások, melyek során az anyagleválasztást egy sugárba koncentrált anyag végzi.

SZEMCSE – A köszörűkorong alapvető összetevője.

SZERSZÁMSZÖGEK – A szerszám dolgozó részének mértani jellemzői.

SZERSZÁMSZÁR – A szerszám dolgozó részét hordozó szerszámszerkezeti elem.

SZIKRAFORGÁCSOLÁS – Az elektroeróziós eljárások egyike (szikra által történő anyagleválasztás).

SZIMMETRIKUS MARÁS – A homlokmarás egy változata, melynek során a szerszám dolgozó részének igénybevétele megegyezik 180° -kal.

TERMELÉKENYSÉG – Percenként leválasztott forgácstömeg.

VEZETŐKORONG – A munkadarab továbbítását szolgáló korong (csúcsnélküli köszörülésnél).

VÍZSUGÁR-TECHNOLÓGIA – Eróziós eljárások, melyek során az anyagleválasztást egy kis felületre koncentrált vízszugár (szemcseadalékkal vagy anélkül) végzi.