



Szám János

Síkmarás, gépalkatrész befoglaló
méreteinek és alakjának kialakítása
marógépen

 **NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános gépészeti technológiai feladatok II. (forgácsoló)

A követelménymodul száma: 0227-006 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SZT-035-10

SÍKMARÁS, GÉPALKATRÉSZ BEFOGLALÓ MÉRTEINEK ÉS ALAKJÁNAK KIALAKÍTÁSA MARÓGÉPEN

A marással készülő alkatrészek közös jellemzője, hogy felületeit kívülről hasábok határolják, melyek többnyire egymásra merőleges síkok, de szinte minden esetben síkok. Az egész marási művelet során tulajdonképpen egy téglatestet kezdünk el csonkolni és ezzel egészen bonyolult formákat alakítunk ki az alkatrésznek szánt feladatnak megfelelően. Persze sokszor előfordul az, hogy bonyolult kovácsolással, öntéssel, hegesztéssel készült munkadarab működő felületeinek kell a pontos alakját kialakítanunk. A lehetőségek és a feladatok számtalan formát teremtenek, mi egyszerű alapesetekre vonatkozó ismereteket tárgyalunk, melyekből a tényleges művelet sor a gyakran előforduló esetekre összeállítható.



1. ábra. Marással készült alkatrészek

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön a munkája során marógépen dolgozva alkatrészek gyártásával foglalkozik, feladata a nyers, még megmunkálatlan munkadarabok külső felületeinek kialakítása. Ehhez különböző marószerszámokat, befogó és mérőeszközöket kell igénybe vennie. A következőkben megismerkedünk a marási műveletek elméletével, legfontosabb szerszámaival, a marással elérhető pontossággal és az egyes marási eljárások technológiai adataival.

A következő tananyagrészen Ön választ kap az alábbi kérdésekre:

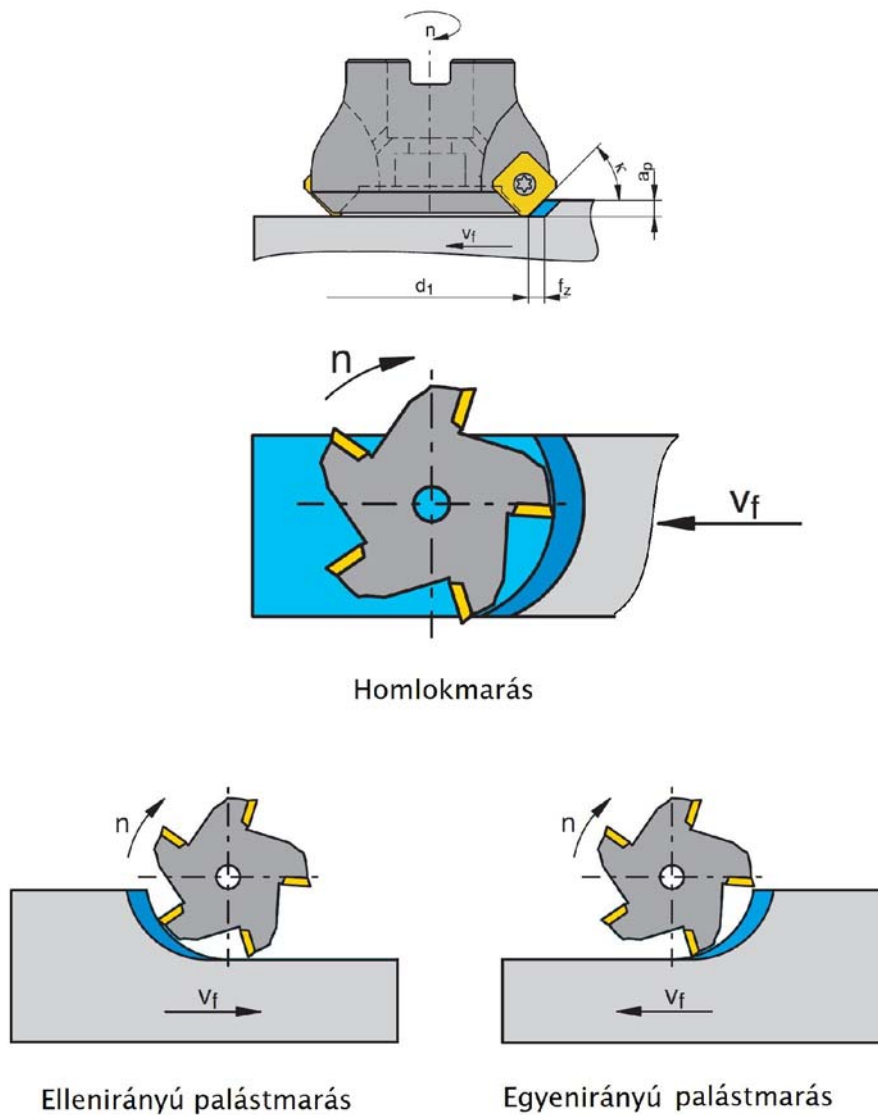
1. Milyen alapesetei léteznek a marási műveleteknek?
2. Milyen szerszámokkal végezzük az egyes marási műveleteket?
3. Hogyan kell a különböző előgyártmányok külső bázisfelületeit kialakítani, mi az eljárások helyes műveleti sorrendje?
4. Milyen pontossággal, és milyen műveleteket lehet a különböző szerszámtípusokkal elvégezni?
5. Milyen eszközökkel, és hogyan tudjuk a munkadarabokat a gépeken tájolni és rögzíteni?
6. Milyen hibák fordulhatnak elő a megmunkálás közben, és hogyan lehet azokat kiküszöbölni?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Az ismeretek feldolgozása során először a marási műveletek alapeseteivel és a hozzájuk tartozó szerszámokkal ismerkedünk meg, azt követően a munkadarabok rögzítési módjait tekintjük át. Végül típuspéldák segítségével az egyes esetekben követendő műveleti sorrendet és az azt befolyásoló tényezőket tárgyaljuk.

A MARÁSI MŰVELETEK ALAPESETEI ÉS SZERSZÁMAI

A marás főleg sík, egymással párhuzamos vagy merőleges, ritkábban alakos felületek megmunkálására alkalmazott forgácsoló eljárás. Marásnál a forgácsoló főmozgást a szerszám végzi. A mellékmozgásokat a gép típusától függően többnyire a munkadarab, ritkábban, (inkább csak nagyméretű gépek esetében) a szerszám hajtja végre. A marószerszám szabályosan többélű forgácsoló szerszám, amelynek a fogai egymás után választják le a forgácsot.



2. ábra Marási módok

Alapvetően a szerszám és a munkadarab mozgása alapján két marási mód létezik:

- **Homlokmarás:** a maró tengelye merőleges a megmunkált felületre. A leggyakrabban alkalmazott és a legnagyobb teljesítményű marási eljárás.
- **Palástmarás:** a maró tengelye párhuzamos a megmunkált felülettel, két fajtája van
 - ellenirányú palástmarás: az előtolás ellentétes a maró forgásirányával,
 - egyenirányú palástmarás: az előtolás iránya megegyezik a maró forgásirányával

1. A marás forgácsoláselméletének rövid áttekintése:

Az esztergálásnál megismert forgácsleválasztási körülmények a marásnál még az alapesetekben is jelentősen különböznek, annak ellenére, hogy a szaknyelv olykor ugyanazokat a szakszavakat használja. Hosszesztergálás esetén a forgácsolási folyamat közben a forgácskeresztmetszet állandó, a forgácsleválasztás és az erőhatás folyamatosan ugyanakkora. Különösen a palástmarás vázlatán látszik jól, hogy amikor a fővágóél elkezd a forgácsolást a forgácskeresztmetszet a nullától egy maximális értékig változik. Ellenirányú palástmarásnál nő, az egyenirányú palástmarás esetében csökken a forgácskeresztmetszet. A homlokmarás esetében is jól látható az, hogy a marószerszám középpontjának az előtolás irányába eső vetületében a legnagyobb a forgácskeresztmetszet. Ez a folyamatosan változó dinamikus erőhatás rezgéseket kelt az egész rendszerben, károsan befolyásolja a felületminőséget, meglazíthatja a munkadarab rögzítését, károkat okozhat a gépben és a forgácsolószerszámban. Azért, hogy ezeket a dinamikusan fellépő erőket a lehető legjobban kiegyenlítsék alakultak ki a ferde fogazású szerszámok. Ezeknél a szerszámoknál egy-egy él nem hirtelen kap egy nagy terhelés, hanem fokozatosan a fővágóélnek egyre hosszabb része vesz részt a forgácsolásban, majd ahogy kilép a forgácsolási zónából fokozatosan rövidebb élhossz forgácsol, így az erő is fokozatosan csökken le.

Amikor egy adott forgácsolási feladathoz ki kell választanunk a szerszámot, azon túl, hogy milyen formát kell kialakítanunk, figyelembe kell vennünk a megmunkált munkadarab anyagminőségét és annak mechanikai tulajdonságait (keménységét, szívósságát). A szerszámgyártók az alapanyagok tulajdonságaihoz ajánlják a különböző minőségű marószerszámokat. Amikor az anyagminőség alapján kiválasztjuk a megfelelő szerszámot a táblázatok megadják az ajánlott vágósebesség értékét, és az egy fogra eső előtolás javasolt mértékét. Ahhoz, hogy hatékonyan végezzük el a feladatunkat az adatok alapján meg kell tudnunk határozni a főorsó fordulatszámát és az egy fordulatra eső előtolás értékét.

2. Főorsó fordulatszámának meghatározása:

Táblázatból kiválasztottuk és ezáltal ismerjük a vágósebességet, valamint a marószerszám legnagyobb átmérőjét, ez alapján a legnagyobb fordulatszám az alábbi képlettel számítható ki:

$$n_{\max} = \frac{1000 \times v}{d \times \pi}$$

- $n_{\max}$ – főorsó legnagyobb fordulatszáma [f/min]
- v – javasolt vágósebesség [m/min]
- d – a marószerszám legnagyobb átmérője [mm]

3. Egy fordulatra eső előtolás értékének meghatározása:

A kiszámított fordulatszámhoz a hozzá legközelebb eső, de nála kisebb fordulatszámot kell beállítani a marógépen. Miután beállítottuk a fordulatszámot meg kell még határoznunk a fordulatonkénti előtolás mértékét, mert a táblázatok ésszerűen az egy fogra eső előtolást adják meg. Erre a következő képlet szolgál:

$$f = f_z \times z$$

- f – egy szerszámfordulatra eső fordulatszám [mm]
- f_z – egy fogra eső előtolás [mm]
- z – a marószerszám fogszáma []

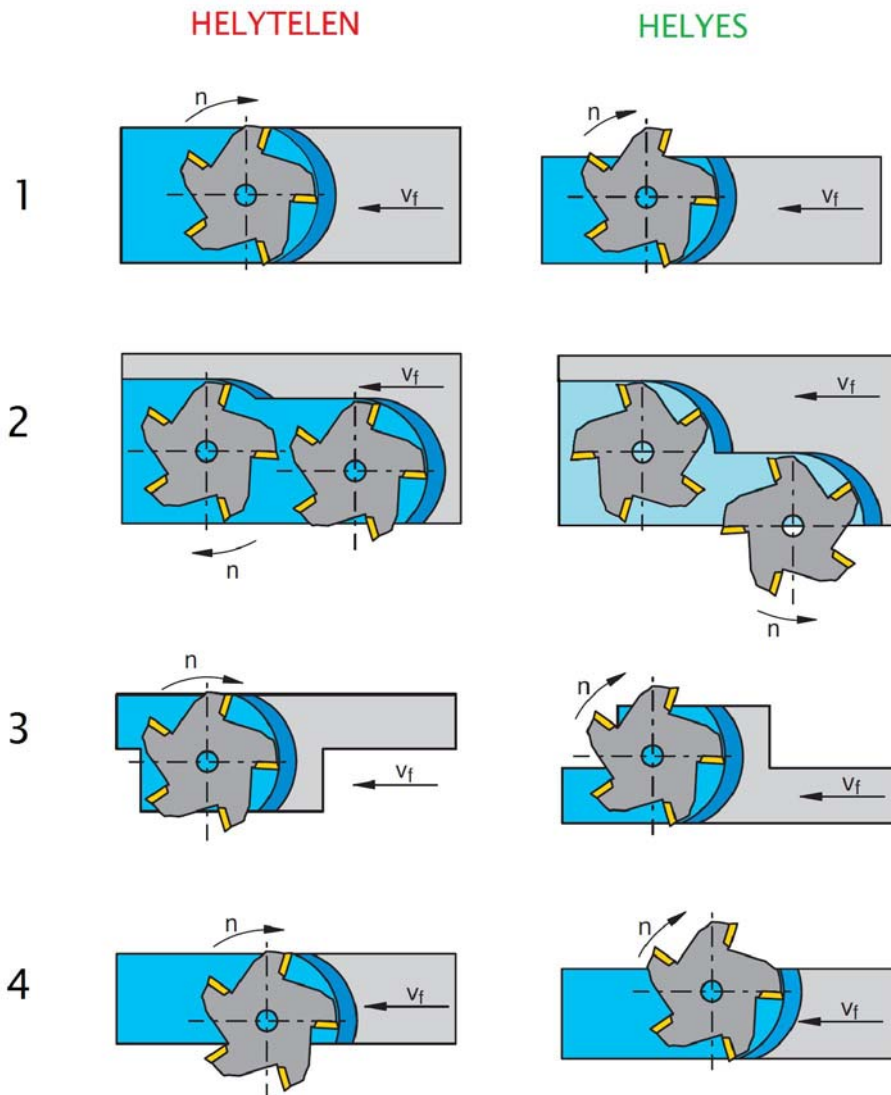
A fenti számítás elvégzése után a kiszámított értékhez legközelebb álló, de kisebb eltolást kell beállítani a marógépen. Amennyiben sikerült a munkadarab anyagának megfelelő forgácsolószerszámot választanunk, bízhatunk abban, hogy az elvárt eredménnyel folyják a megmunkálás, a szerszám élettartama és a felületi minőség megfelelő lesz.

4. A szerszámtípus kiválasztása:

A szerszámtípus kiválasztását elsősorban az határozza meg, hogy a főorsó pozíciójához képest milyen elhelyezkedésű felületet kell megmunkálni. Vannak egyértelmű korlátok, például egy 10 mm szélességű hornyot csak 10 mm-es vagy kisebb szerszámmal lehet kialakítani, de amikor külső felületeket kell megmunkálnunk akkor is befolyásolja a megfelelő szerszámválasztást az alkatrész és a marógép mérete. A helyes és helytelen használatra jellemző példákat mutat a 3. ábra. Az ábrán látható esetek az alábbiak:

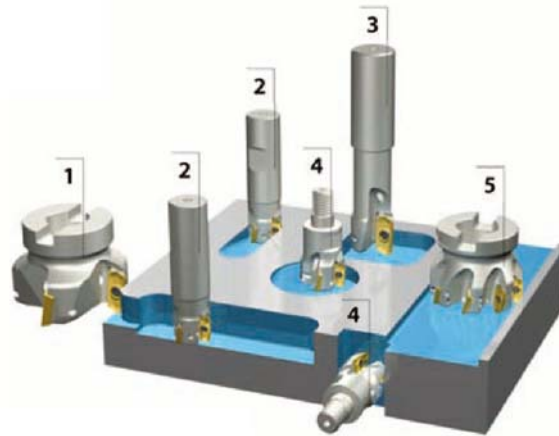
1. Homlokmarásnál a marószerszám átmérője legyen a munkadarab szélességénél lehetőleg 20÷30 %-kal nagyobb és a marószerszám elhelyezésénél a következőket vegyük figyelembe:
 - A szerszám kilépése az anyagról érintőlegesen történjen a munkadarab szélén.
 - Ha a munkadarab nagyon széles és a marószerszámnak sűrű a fogazása, az előtolás értéke csak akkora legyen, hogy a fogak közötti forgácstérben a keletkezett forgács elférjen
2. Amennyiben több fogással kell a felületet kialakítanunk, törekedjünk arra, hogy a fogásokat egy formán osszuk el és alkalmazzunk egyenirányú marást, hogy a szerszám kilépése érintőleges legyen.
3. A munkadarab alakját és az előtolás irányát úgy vegyük figyelembe, hogy a marási folyamat legnagyobb részén a kedvezőbb forgácsolási viszonyok uralkodjanak, mint ahogy a példa mutatja a hosszabb élen törekszünk a szerszám érintőleges kilépésére

4. A negyedik példa is arra hívja fel a figyelmet, hogy adott szerszám és adott munkadarabméret mellett is kedvezőbbé tehetők a forgácsolási viszonyok azzal ha a forgácsolási irányban a felülethez képest a szerszámot úgy vezetjük, hogy a belépő részen legyen a nagyobb forgácskeresztmetszet és a kilépő oldalon a lehető legkisebb, vagyis a maró közel érintőlegesen lépjen ki a mart felületről.



3. ábra. Helytelen és helyes alkalmazási példák

A fenti példák már közelebb vittek minket ahhoz, hogy kiválasszuk a megfelelő szerszámot az elvégzendő művelethez, de a 4. ábra segítségével még további szempontokat mutatunk be, amelyeket a megfelelő szerszám kiválasztásánál figyelembe kell vennünk. Az ábra korántsem mutatja az összes lehetséges geometriai formát és ebből fakadóan az összes marószerszám típust sem, csupán érzékelteti milyen sokféle alak és azok elkészítéséhez milyen sokféle szerszám szükséges.



4. ábra. Marási műveletek és a megmunkálásukhoz alkalmazható szerszámtípusok

HASÁB MEGMUNKÁLÁSÁNAK LÉPÉSEI:

A következőkben végigkövetjük azt, hogy egy minden oldalán forgácsolási ráhagyással rendelkező, a forgácsolt alkatrészek szempontjából pontatlannak tekintendő hasáb megmunkálása során milyen technológiai lépéseket, műveleti sorrendet kell követnünk. Mire kell ügyelnünk, hogy a kész munkadarab megfeleljen a forgácsolt alkatrészekkel szemben általában támasztott követelményeknek.

1. Az előgyártmány rögzítése:

A marással készülő alkatrészek általánosnak tekinthető sajátossága, hogy meghatározó oldalfelületeit egymásra merőleges síkok határolják. Első lépésünk tehát az, hogy a pontatlan előgyártmányon három egymásra merőleges síkot alakítsunk ki, melyek a továbbiakban minden mérésnek, megmunkálásnak a bázisul szolgálnak. Ahhoz, hogy mindent amit a következőkben végiggondolunk jól megértsük fontos tudnunk, hogy miért kell a kiinduló munkadarabot pontatlannak tekintenünk:

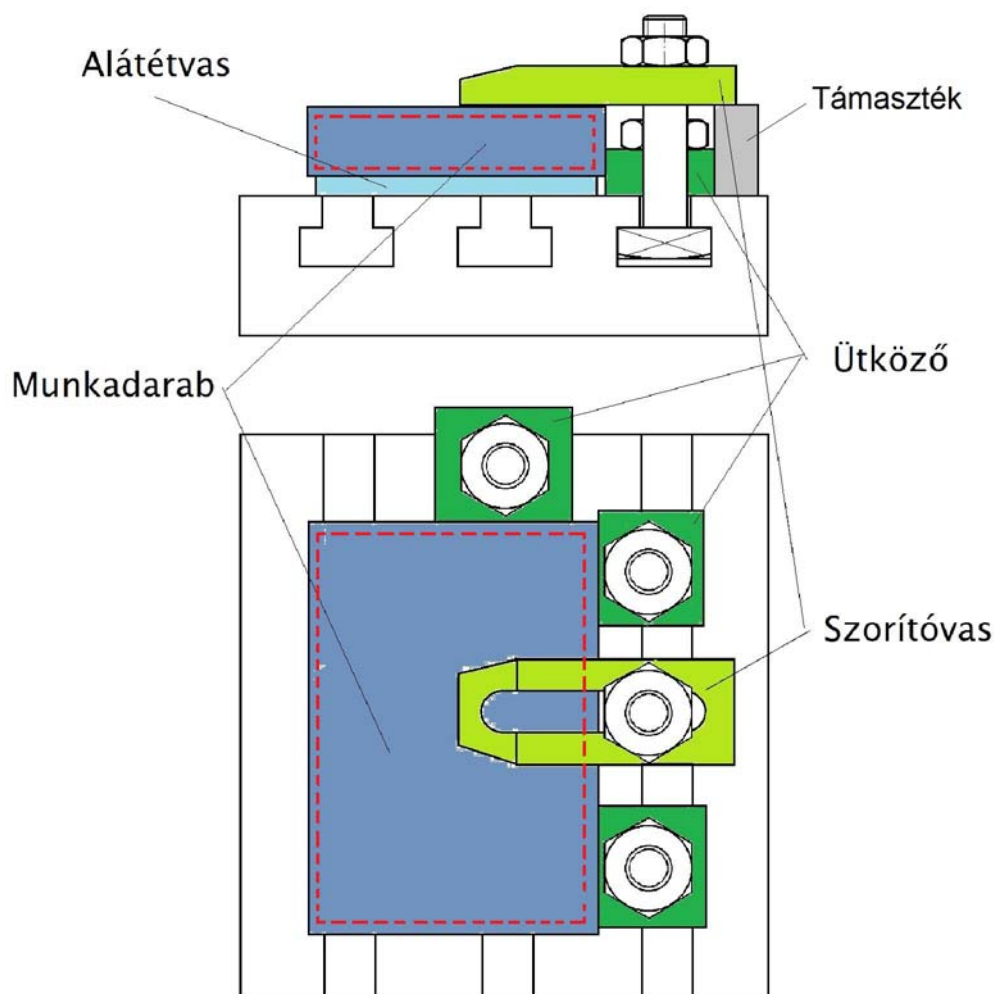
- Az előgyártmányt olyan eljárással gyártották, melynek a pontossága meg sem közelíti a forgácsolástól elvárható pontosságot, például öntéssel, kovácsolással, lángvágással készült
- Az előgyártmány gyártási technológiájával nem lehet megfelelő felületi minőséget előállítani
- Az előgyártmányt olyan technológiával darabolták melynél az oldalfelületek egymáshoz viszonyított merőlegessége nem biztosítható, például lángvágással, fűrészeléssel készült
- Az előgyártmány oldalfelületeinek a síkja a gyártástechnológia miatt egyenetlenek, görbék, hullámosak

Első műveletünk tehát arra irányul, hogy kialakítsuk azt a három egymásra merőleges síkot, melyek a további műveletek során részünkre technológiai és geometriai bázisfelületté válnak. Fektesük tehát fel az előgyártmányt a marógép asztalára az 5. ábra szerint.

- A hasáb alá mindenképpen kell alátétvasakat helyezni, mert amikor a függőleges oldalát marjuk majd, a szerszámnak túl kell érnie (ki kell futnia) az oldal hosszán, és természetesen a marógép asztalába nem szándékozunk beleforgácsolni.
- A hasábnak mindig a legnagyobb lapját fektetjük az asztalra, ugyanis ez a legbiztonságosabb megoldás, különösen akkor, amikor a felületek még nem elegendően pontosak.
- Az ütközők alkalmazása két szempontból is jelentőséggel bír, mert egyrészt megakadályozzák a munkadarab esetleges vízszintes irányú elcsúszását az asztalon. Ezt az elcsúszást a forgácsolóerők és az általuk keltett vibráció okozza. Amennyiben nem alkalmazunk ütközőket, több szorítóvasra lenne szükség, de az azt jelenti, hogy a munkadarabnak csak sokkal kisebb felülete marad szabadon a forgácsolás számára. A másik fontos szempont, hogy az ütközők alkalmazása által a munkadarab jobb oldala (természetesen csak a saját pontosságával) már megfelelő irányban áll.

A két hosszirányú ütköző elhelyezésénél figyelemmel kell lennünk arra, hogy a két felület egy síkba essen és ez a sík a gépasztal T-hornyainak irányába essen, azzal párhuzamos legyen!

- Amennyiben több munkadarabot is gyártunk az ütközők biztosítják azt, hogy a munkadarabok gyorsan cserélhetők legyenek, ezzel a beállítási és mérési időt jelentősen lehet csökkenteni.
- A szorítóvas adja át a munkadarabra azt az erőt, mely a munkadarab felemelkedését és (az ütközők és a súrlódás segítségével) vízszintes elmozdulását megakadályozza.



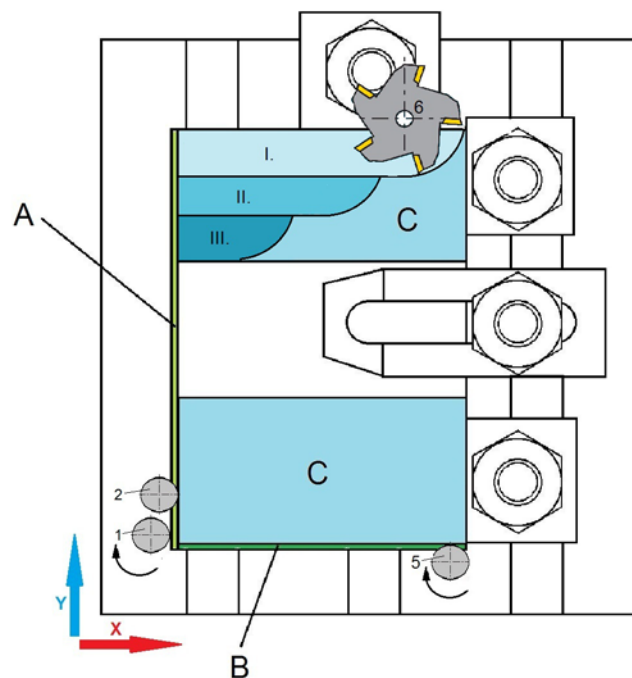
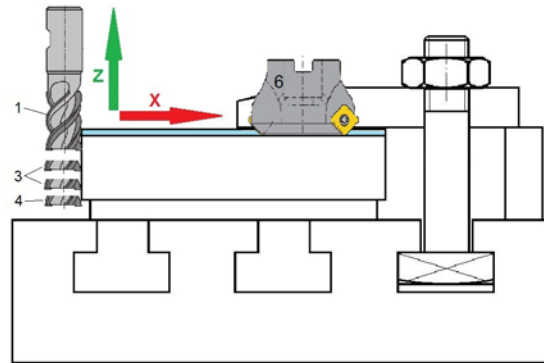
5. ábra. Hasáb megmunkálásának első lépése a rögzítés

2. A munkadarab nagyolásának műveletei sorrendje:

Miután sikeresen elhelyeztük és rögzítettük a munkadarabot a gépasztalon elkezdhetjük a bázisfelületek kialakítását. Többnyire a hosszanti oldalon célszerű elkezdeni a műveletet, mely közben az alábbi műveletelemeket hajtjuk végre:

1. Elindítjuk a szerszám forgását és a 6. ábrán 1.-es számmal jelölt helyen a maróval megérintjük a munkadarab felületét. A forgásirányt az ábra szerint állítjuk be, és a forgácsolási irányt is az ábra alapján választjuk meg, mert így lesz a maró kifutása az anyaggal érintőleges.

2. Az érintőfogást követően $-Y$ irányban annyira eltávolodunk a munkadarabtól, hogy a fogásvételkor ne marjunk bele az anyagba. A fogásmélységet az alapján határozzuk meg, hogy mennyi ráhagyás van a munkadarabon. Mivel a szemben lévő oldalt is meg kell majd még munkálni az összes ráhagyásnak legfeljebb a fele lehet a fogásmélységünk. A fogásmélység azonban még ennél is kevesebb kell, hogy legyen, mert most még csak a nagyoló megmunkálást végezzük, majd később még a simítás során is szükség lesz anyagra amit leforgácsolhatunk. Erre a célra megközelítőleg $0,5 \div 1$ mm anyagvastagságot kell biztosítani, természetesen oldalfelületenként.



6. ábra. Hasáb megmunkálásának második lépése a bázisok kialakítása

3. A fogásszélesség mértékét alapvetően a szerszám tulajdonságai határozzák meg, minél nagyobb a marószerszám átmérője annál nagyobb a merevsége, ebből következően annál nagyobb forgácsolóerőt képes jelentős deformáció nélkül elviselni. Tehát a fogásszélességet nagyobb értékűre választhatjuk. A fogásszélességet az ábra szerinti -Z irányba beállítjuk és bekapcsoljuk az Y irányú előtolást. A marószerszám ekkor az ábrán 2.-es számmal jelölt helyzetben halad Y irányba és a fogásmélységnek valamint a fogásszélességnek megfelelő mértékben eltávolítja az anyagot.
4. Miután a szerszám a munkadarab másik végén kiért, gyorsjáratban visszajáratjuk a gépet -Y irányban. Itt -Z irányban a fogásszélességnek megfelelően újabb fogást veszünk, és újból végigmarjuk a munkadarab oldalát. Nagyon fontos megjegyezni, hogy ilyenkor csakis -Z irányú fogást veszünk, X irányban nem szabad a szerszámot elmozdítani. Az ábrán 3.-assal jelölt módon ahányszor szükséges, annyi alkalommal veszünk újabb -Z irányú fogást. Amikor a szerszám eléri a 4.-essel jelölt helyzetet és már néhány mm-el a munkadarab alsó éle alá kerül akkor fejeződik be ennek az oldálnak a nagyoló megmunkálása. Ezzel az ábrán "A"-val jelölt anyagmennyiség eltávolításra került.
5. A rövidebb függőleges oldalfelület nagyolása a hosszabbikkal azonos módon történik, itt a már ismert forgácsolástechnikai okok miatt az előtolás -X irányban történik helyesen. Ezzel az ábrán "B"-vel jelölt anyagmennyiség eltávolításra került.
6. Ahhoz hogy elkészítsünk egy harmadik, az előző kettőre merőleges bázisfelületet is az ábrán "C"-vel jelölt felületeket kell még megmunkálnunk. Ehhez a művelethez használhatnánk az előző szerszámot is, de a kicsi átmérője miatt nagyon sokszor kellene végigmenni a felületen. Ezért a szármaró helyett egy homlokmarót használunk, amelynek 45°-os a késelhelyezési szöge, ami által (akárcsak esztergálásnál a ferde helyzetű nagyoló késeknél), nagyobb forgácsolási teljesítmény érhető el.
7. Az ábrán csak az egyik felületen jelöltük a 3 fogást (I., II., III.), melyekkel ez a felület kialakítható. A fogásmélységet akárcsak az 1.-es és 2.-es pontban írtuk egy érintőfogást követően kell -Z irányban venni. A fogásmélység meghatározásakor ugyanazok a szempontok játszanak szerepet: a ráhagyás mértéke és a simítófogáshoz szükséges oldalfelületenkénti ráhagyás vastagsága.

A két "C" jelű felület megmunkálása közben az első fogásvételt követően Z irányban nem szabad elmozdítanunk az asztalt, vagy a főorsót (géptípustól függően), ezzel biztosítjuk azt, hogy minden munkamenet egy síkban legyen és ez biztosítja azt is, hogy mindkét "C" jelű felület egy síkba essen.

8. Amikor mindkét "C" jelű felülettel elkészültünk, meglazítjuk a szorítóvasat és levesszük a munkadarabot az asztalról. Most le kell sorjázni a megmunkált részeket, különös figyelemmel azokra az élekre ahol a maró kilépett a felületről. A sorjázást inkább egy kicsit túlzottan – akár egy kis letörést kialakítva – kell elvégezni.

A sorjázás nem csak az éles sorja által keltett balesetveszély miatt fontos, hanem mert a munkadarab méretellenőrzésénél és a rögzítésénél felfekvésénél is hibát okoz!

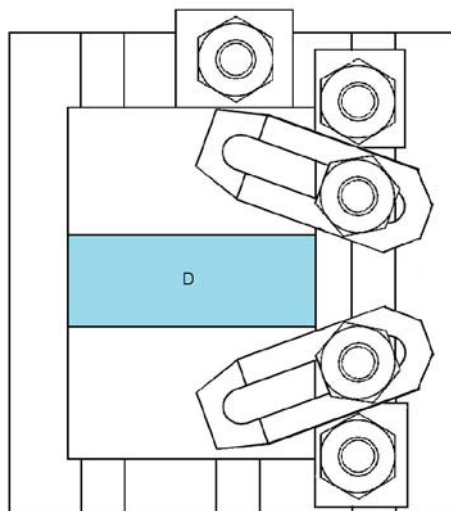
9. A sorjázás követően megtisztítjuk a gépasztalt a forgácstól és most már a megmunkált "C" jelű felületeket használjuk felfekvő felületnek, az "A" és "B" síkokat pedig ütközőfelületként. Természetesen az alátétvasakat a "c" síkok alá helyezzük, mert csak így garantálhatjuk azt, hogy a későbbiekben megmunkálásra kerülő felső felületek az alsókkal párhuzamos síkok legyenek.

Az alátétvasak pontossága jelentősen befolyásolja, tulajdonképpen meghatározza, hogy a hasáb két lapja a megmunkálást követően mennyire lesz párhuzamos egymással, ezért ehhez a művelethez csak egyforma vastagságú, többnyire köszörült felületű alátéteket szabad használni!

10. Miután elvégeztük a munkadarab rögzítését, az 1.-es lépéstől kezdve teljesen azonos elvek és műveletelemek szerint azonos sorrendben elvégezzük a még megmunkálatlan felületek nagyoló marását is.

Az elvégzett műveletek eredményeként eljutottunk tehát odáig, hogy a hasáb mind a hat oldalán van nagyolóval megmunkált sík felületünk, azzal a szépséghibával, hogy a két nagy lap közepén egy-egy megmunkálatlan felületrész még maradt. Hogyan tudjuk itt is a nagyolást elvégezni?

A legkézenfekvőbb megoldás az, hogy most a két már megmunkált felületen szorítjuk le a munkadarabot a gépasztalra, ahogy azt a 7. ábrán mutatjuk:

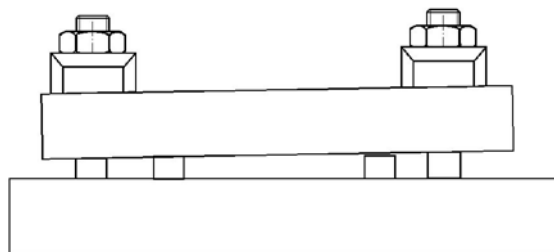


7. ábra. Szorítóvasak áthelyezése hasáb marásánál

Mint ahogy az ábrán látszik az eddigi egy helyett két szorítóvasat alkalmazunk az alkatrész rögzítésekor, így a rögzítőerők biztosítják, hogy mindkét alátétvasra le legyen szorítva a munkadarab.

Az alátétvasakat mindig úgy kell elhelyezni, hogy a szorítóvasak támadáspontja az alátétvasak közé essen!

A 8. ábrán egy mindenképpen elkerülendő példát mutatunk, melynél a baloldali szorítóvas csavarját annyira meghúzták, hogy a munkadarab jobb oldala megemelkedett, és ezért az alsó és a felső sík nem lesz párhuzamos a megmunkálást követően. Ezt a rögzítési hibát kerülhetjük el azzal, hogy a szorítóvasak az alátétvasak között fejtsék ki a leszorítóerőt.



8. ábra. Szorítóvasak és alátétvasak helytelen elhelyezése

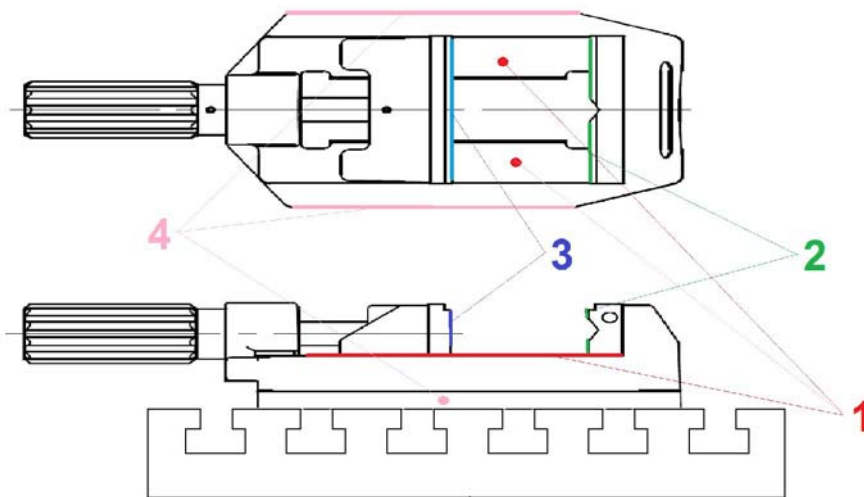
3. A munkadarab rögzítésének további megoldásai:

Az előbbiek alapján láttuk, hogy mennyire bonyolult dolog egy egyszerű hasáb megmunkálása is, abban a tekintetben, hogy a felületek párhuzamosságának és merőlegességének kialakítása milyen fontos szerepet játszik. A munkadarab végső minőségét az első lépéstől kezdve befolyásolja ezeknek a bázisfelületeknek a megfelelő kialakítása. A végigkövetett példa alapján láttuk, hogy a gépasztal előkészítése, az üközők felszerelése mennyi előkészületet és gondosságot kíván. Nem csoda tehát, ha a szakemberek törekedtek egyszerűbb és gyorsabb megoldások kialakítására. A legjobban használható segédeszköz a gépsatu, melyet a gépasztalra rögzítve tudjuk a munkadarabokat az előbbiekben megismerthez képest jelentősen rövidebb idő alatt befogni. A 9. ábrán egy precíziós gépsatut láthatunk.



9. ábra. Precíziós gépsatu

A képen láthatóhoz hasonló jellegű gépsatuk nagyon hasznosan alkalmazhatók maráskor a munkadarab rögzítésére, de tudnunk kell, hogy ezek sem csodaszerek, bizonyos alkalmazási szabályokat fontos betartani, hogy a kész munkadarab mindenben megfeleljen az előírásoknak. Ezek a segédeszközök azért hordozzák a nevükben a "precíziós" jelzőt, mert vannak olyan jellemzőik melyek alapján az alkatrészei által alkotott síkokat hatékonyan használhatjuk ütköző illetve bázisfelületként. A 10. ábra segítségével mutatjuk be ezeknek a felületeknek a fontos tulajdonságait:

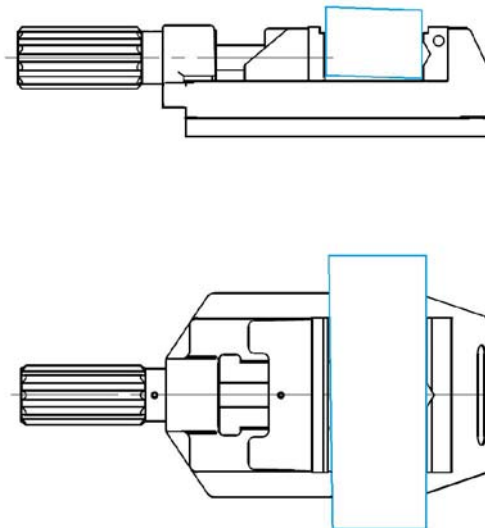


10. ábra. Gépsatu fontos bázisfelületei

az 1.-es jelű felület párhuzamos a satu talpával, ezáltal az erre fektetett felületek hasábok felső felülete a megmunkálást követően a hasáb alsó síkjával párhuzamos lesz. Erre a felületre merőlegesek a 2.-es és a 3.-as felület, ez azt eredményezi, hogy a befogott munkadarab oldala merőleges lesz a felülről mart síkhoz képest. A 2.-es jelű és a 3.-as jelű felület egymással párhuzamos, ami a már párhuzamos síkfelületekkel rendelkező munkadarabok biztonságos rögzítésére alkalmas. Ez a két felület merőleges a 4.-es jellel ellátott síkra, ami a gépsatu pontos beállításához szükséges, így ugyanis elegendő ezt a felületet egy talpas derékszöggel beállítani a gépasztal széléhez képest és a satupofák máris párhuzamosak lesznek az X, vagy az Y irányú előtolással (lásd a 6. ábrát).

Befogási hibák gépsatunál:

A 11. ábra két jellemző befogási hibát mutat, melyek a befogott munkadarab alakjának pontatlanságából fakadnak:



11. ábra Befogási hibák

- A felső esetben a munkadarab két oldalsó felülete ugyan párhuzamos egymással, de nem merőlegesek az alsó és a felső síkokra, ezért a munkadarab bal alsó sarka megemelkedik és így a megmunkálás után az alsó és felső felületek nem lesznek párhuzamosak.
- Az alsó ábrán látható munkadarab jobb és bal oldala nem párhuzamos, ezért a szorító a baloldali felületet csak a felső sarkával szorítja. A forgácsoló megmunkálás közben – különösen nagyoláskor, amikor a munkadarab még pontatlan és az erők is nagyobbak – keletkező dinamikus igénybevétel könnyen kimozdíthatja a munkadarabot és ezzel a szorítóerő megszűnik.

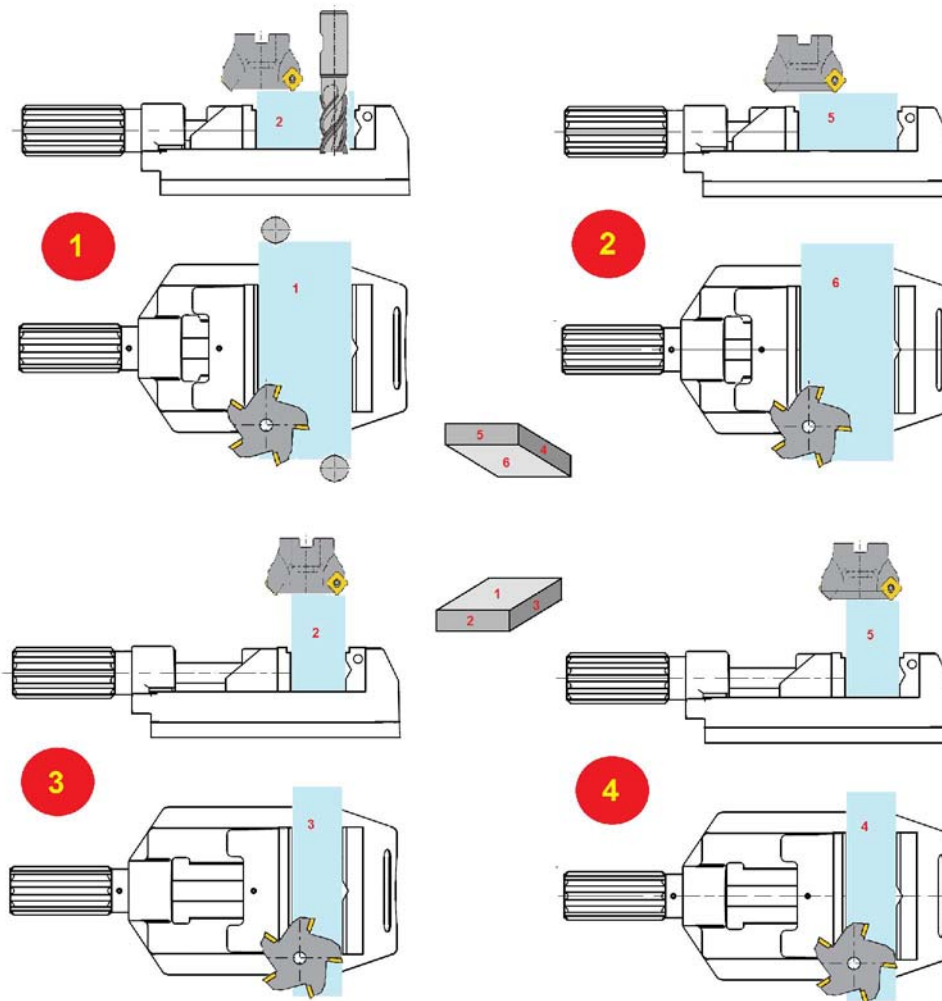
Fentiek alapján az alábbiakat állapíthatjuk meg:

A gépsatukat csak akkor lehet biztonságosan alkalmazni, ha a munkadarabnak a befogásra szolgáló síkjai egymással párhuzamosak és merőlegesek a felfekvő felületre.

A gépsatukat általában nagyon hatékonyan lehet használni azokról a műveletektől kezdődően, amikor már megtörtént a nagyolás, vagy a kiinduló előgyártmány egymással párhuzamos és egymásra merőleges felületekkel rendelkezik.

4. A munkadarab simítása:

A nagyolás műveletét követően a simító megmunkálásokhoz a gépsatuk használatát célszerű előnyben részesíteni. A műveleti sorrendet a 12. ábra segítségével követjük végig:



12. ábra Hasáb simításának műveleti sorrendje

1. Az első lépésben az ábra szerint szármaróval a 2.-es és az 5.-ös jelű felületet készítjük el, most már a kész méretre, kisebb fogásmélységgel és előtolással, a marószerszám fordulatszámát a megengedett legnagyobb értékre célszerű választani, ez eredményezi a legjobb felületi minőséget. Miután a 2.-es felület elkészült, az 5.-ös felületnél méréssel határozzuk meg mekkora fogásmélységet kell választanunk, hogy a munkadarab ez irányú mérete a tűrések által megengedett értékek közé essen.
2. A szármaró helyébe homlokmaró-szerszámot fogunk a főorsóba és az 1.-es jelű felület simítómarását végezzük el. A fogásmélységet csak akkorára választjuk, hogy az egész felületen feltmentesen kialakuljon a megfelelő érdességű felület.
3. Megfordítjuk a munkadarabot és így a 6.-os jelű felület kerül felülre, most ennek végezzük el a simítását, de most már méretellenőrzést is kell végeznünk és ez alapján kell a fogásmélységet megválasztani.

Fontos, hogy ne feledkezzünk el a munkadarab átfordításakor az élek sorjázásáról és a felfekvő felületek megtisztításáról.

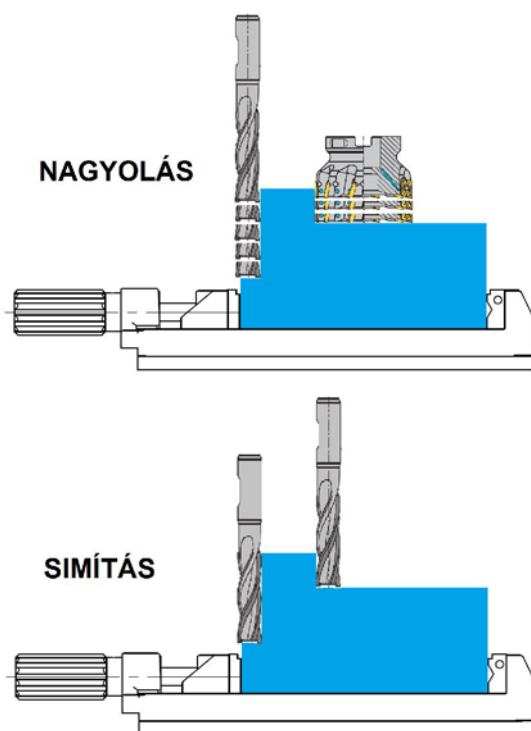
4. Ezután a munkadarabon ismét fordítani kell, úgy hogy a 3.-as felület kerüljön felülre, és itt is elvégzünk egy olyan mértékű simítást, hogy a felületi minőség a megfelelő legyen.
5. Végül egy újabb fordítást követően, a 4.-es felület kerül felülre és ezen is elvégezhetjük a méretellenőrzéssel egybekötött simító műveletet.

HASÁB TOVÁBBMUNKÁLÁSA

Amikor a simítómarás eredményeképpen egy hasáb elkészül általában a munkadarabok még közel sincsenek készen, csupán kialakítottuk a továbblépéshez szükséges bázisfelületeket. Ezekhez a bázisokhoz mérten kell folytatnunk a munkát és kialakítani vállakat, lépcsőket, hornyokat, letöréseket, lekerekítéseket. A következőkben a leggyakoribb eseteket tekintjük át.

1. Vállak és lépcsők kialakítása hasábokon:

A mart alkatrészeken kialakított vállak többnyire ugyanúgy merőleges felületekkel rendelkeznek, mint maga a hasáb, amelyből kialakításra kerülnek. A váll méretei meghatározzák, hogy milyen szerszámokkal érdemes a kialakításukat elvégezni, de általában érvényes szabály, hogy a nagyolást követően a függőleges oldalsíkot egy olyan szármáróval kell simítani, amelyik az egész síkot átfogja. Ilyen szempontból mutat példákat a 13. ábra:



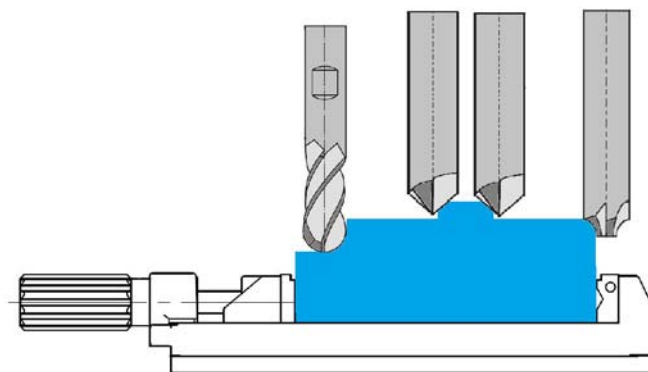
13. ábra Váll kialakítása

A kevésbé széles vízszintes felülettel rendelkező váll nagyolásához inkább a szármaró javasolható, nem éri meg a szerszámcserevel foglalkozni, annyival nem termelékenyebb a homlokmaró–szerszám. Azonban a széles vízszintes felület feletti nagy anyagmennyiség eltávolításához már a homlokmaró a gazdaságos, de a korábban ismertetett szabály alapján a simítást egy szármaróval kell elvégezni.

Lépcsős felületeket ugyanezen elvek alapján kell elkészíteni, nyilván előbb elvégezzük az összes nagyoló műveletet és csak utána cserélünk szerszámot és végezzük el a simítást.

2. Letörések, lekerekítések kialakítása:

Mint az eddigiekből már kitűnt, az általános marószerszámok vízszintes és függőleges síkok kialakítására alkalmasak, mégis szükség van lekerekítések, letörések kialakítására is. Ezeket a feladatokat nem tudjuk másképpen megoldani, csak olyan szerszámokkal amelyeknek az élkialakítása megfelel a készítendő felület alakjának. A 14. ábra mutat példákat az ilyen formák kialakításához használt szerszámokra.

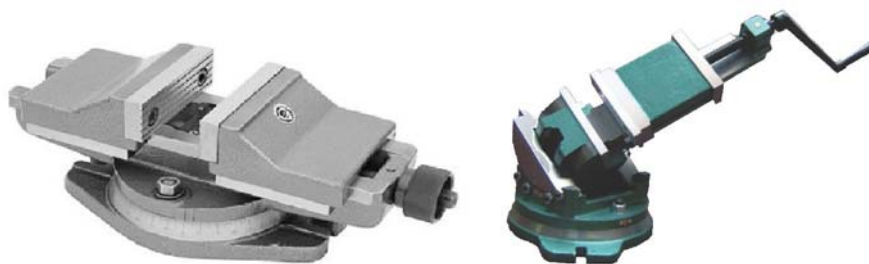


14. ábra Alakos marószerszámok

Mint ahogy az az ábrán látható a feladathoz pontosan illeszkedő szerszámokkal kell a megmunkálást végrehajtani, a külső és a belső lekerekítésekhez a készítendő rádiusznak megfelelő élkialakítású szerszám kell. A különféle letörésekhez a letörés szöge határozza meg, hogy milyen szerszámot kell alkalmazni.

3. Felületek szögben történő megmunkálása:

Amikor a feladatunk szerint olyan síkfelületeket kell megmunkálnunk a munkadarabon, amelyek nem a bázisokra merőlegesen helyezkednek el, a legtöbb esetben szögben beállítható gépsatukba fogva végezzük el a megmunkálást. A gépsatut olyan szögben kell elfordítani, vagy megdőnteni, hogy készítendő felület síkja vízszintesbe, vagy függőleges helyzetbe kerüljön. Ilyen szögben beállítható gépsatukat mutat a 15. ábra:



15. ábra. Elforgatható és szögben dönthető gépsatuk

A bal oldali satu függőleges tengely körül fordítható el, így a munkadarab függőleges síkjait lehet olyan helyzetbe fordítani, hogy a kívánt felület az X, vagy az Y tengely irányába forduljon. A jobb oldali satu minden tengelye körül elfordítható, így bármilyen kívánt pozíció beállítható. Azt azért tudni kell, hogy egy ilyen satuban a magas építése és a sok csuklópont miatt csak kisebb teljesítményű forgácsolás végezhető a rezgésveszély miatt.

4. Modern marógépek, korszerű technológiák:

A mai CNC technológia lehetővé teszi a szerszám pályavezérlését, így szinte mindenféle alak, külső kontúr körbemarható, de az alapok nem változtak meg:

- Az előgyártmány tájolásánál, rögzítésénél ugyanazokat az elveket kell figyelembe venni, mert a gép csak a beprogramozott pályán tud végighaladni, a munkadarabot, annak alak és mérethibáit nem látja.
- A gépek sokkal nagyobb teljesítménnyel forgácsolnak mint a hagyományos gépek ezért a munkadarab rögzítésnek nagyobb erőket kell elviselni, még gondosabban kell eljárunk.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Elsőként a „Szakmai információtartalom” áttanulmányozásával foglalkozzon!
2. Válaszolja meg az „Esetfelvetés–munkahelyzet” részben található kérdéseket! Ha a kérdéseket nem tudja megválaszolni, használja újból a „Szakmai információtartalmat”!
3. Ezután a szakmai ismereteinek ellenőrzéséhez oldja meg az „Önellenző feladatok” fejezetben található elméleti feladatsort! Hasonlítsa össze a megoldásait a „Megoldások” fejezetben megadottakkal! Ha szükséges, használja újból a „Szakmai információtartalmat”!
4. A gyakorlati munkahelyén ismerkedjen a különböző marógépekkel és tartozékaikkal, a részegységeiket, tartozékokat próbálja beazonosítani a „Szakmai információtartalomban” megismertekhez viszonyítva, és határozza meg alkalmazási területüket.

5. Gyakorolja hasábok külső marásának első műveletét, a bázisfelületek kialakítását a gyakorlatvezető által rendelkezésre bocsájtott előgyártmányokon és szerszámokkal. Külön figyelmet fordítson az alábbi lépések betartására:
- Tervezze meg a munkadarabok megmunkálásának sorrendjét, határozza meg a kialakításra kerülő bázisfelületeket!
 - Tervezze meg a munkadarabok rögzítését és tájolását!
 - Szerelje fel a marógép asztalára a tájoláshoz és a rögzítéshez szükséges segédeszközöket!
 - Rögzítse a munkadarabot a gépasztalon!
 - Végezze el a bázisfelületek megmunkálását!
 - Sorjázza le a munkadarab éleit, és ellenőrizze a kialakított bázisfelületek egymáshoz viszonyított merőlegességét!
 - Keresse meg az okokat, hogy milyen hibákat követett el, ha az elkészített felületek merőlegessége nem megfelelő!
6. Gyakorolja hasábok külső marásának második műveletét, a bázisfelületekkel párhuzamos síkok kialakítását a gyakorlatvezető által rendelkezésre bocsájtott előgyártmányokon és szerszámokkal. Külön figyelmet fordítson az alábbi lépések betartására:
- Tervezze meg a félkész munkadarabok megmunkálásának sorrendjét, a kialakított bázisfelületekhez képest!
 - Tervezze meg a munkadarabok rögzítését és tájolását!
 - Szerelje fel a marógép asztalára a tájoláshoz és a rögzítéshez szükséges segédeszközöket!
 - Rögzítse a munkadarabot a gépasztalon!
 - Végezze el a bázisfelületekkel párhuzamos síkok megmunkálását!
 - Mérje meg a kialakított síkok egymáshoz viszonyított távolságát!
 - A szükséges mennyiségű fogással marja a hasábot az előírt méretre!
 - Sorjázza le a munkadarab éleit, és ellenőrizze a kialakított bázisfelületek egymáshoz viszonyított méreteit!
 - Keresse meg az okokat, hogy milyen hibákat követett el, ha az elkészített hasáb méretei nem megfelelőek!
7. Amikor a hasábok kialakításhoz vezető műveleteket megfelelően elsajátította a munkahelyen rendelkezésre álló lehetőségek alapján végezze el összetett külső felületek elkészítését! Készítsen vállas, lépcsős testeket, a rendelkezésre álló lehetőségek alapján végezze el élek letörését, lekerekítését!
- Tervezze meg a hasábok további megmunkálásának sorrendjét!
 - Tervezze meg a munkadarabok rögzítését és tájolását!
 - Szerelje fel a marógép asztalára a tájoláshoz és a rögzítéshez szükséges segédeszközöket!
 - Rögzítse a munkadarabot a gépasztalon!
 - Válassza ki a feladat elvégzéséhez szükséges marószerszámokat!

- Mérje meg a kiinduló hasáb méreteit!
- A szükséges mennyiségű fogással marja ki a hasábból az előírt alakot!
- Sorjázza le a munkadarab éleit, és ellenőrizze a kialakított felületek egymáshoz viszonyított méreteit!
- Keresse meg az okokat, hogy milyen hibákat követett el, ha az elkészített test méretei nem megfelelőek!

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

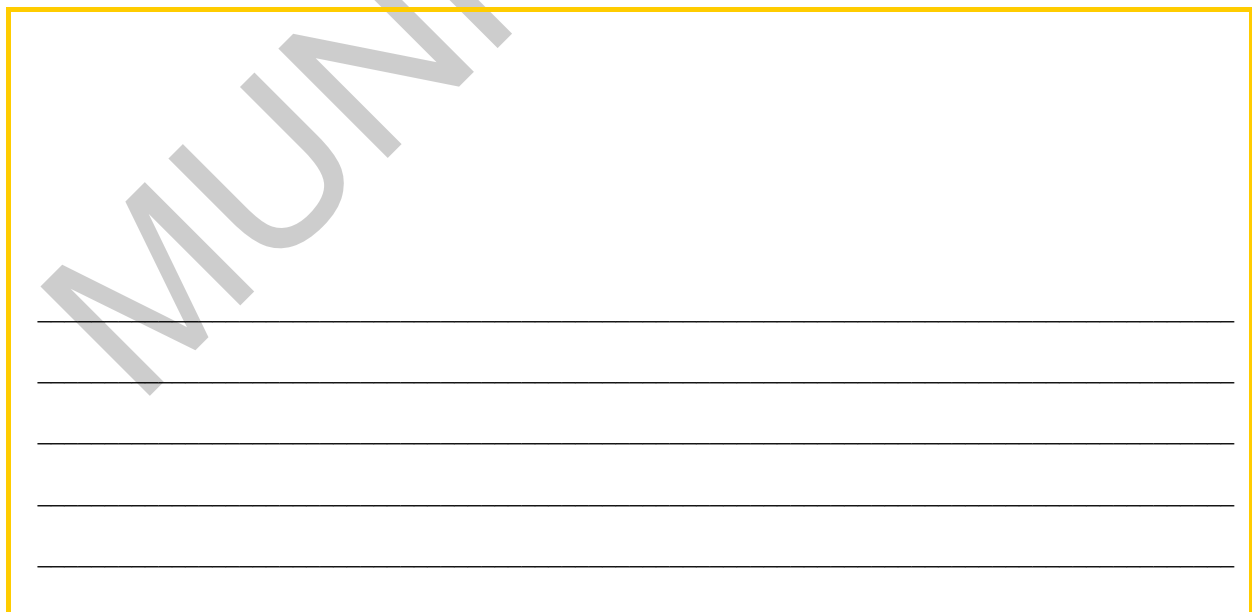
1. feladat

Írja le a szerszám forgástengelye és az előtolás irányának egymáshoz való viszonyát homlok- és palástmarás esetében!



2. feladat

Ha ismerjük a marószerszám átmérőjét és a javasolt vágósebességet, hogyan határozzuk meg a megengedett legnagyobb fordulatszámot?



3. feladat

Mekkora fordulatonkénti előtolást kell a marógépen beállítani, ha marószerszám adatai a következők?

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| - Egy fogra javasolt előtolás: | 0,07 mm |
| - A marószerszám átmérője: | 63 mm |
| - A marószerszám fogszáma: | 7 |
| - A beállított fordulatszám: | 1200 f/perc |



MEGOLDÁSOK

1. feladat

Írja le a szerszám forgástengelye és az előtolás irányának egymáshoz való viszonyát homlok- és palástmarás esetében!

- **Homlokmarás:** a maró tengelye merőleges a megmunkált felületre. A leggyakrabban alkalmazott és a legnagyobb teljesítményű marási eljárás.
- **Palástmarás:** a maró tengelye párhuzamos a megmunkált felülettel, két fajtája van
- ellenirányú palástmarás: az előtolás ellentétes a maró forgásirányával,
- egyenirányú palástmarás: az előtolás iránya megegyezik a maró forgásirányával

2. feladat

Ha ismerjük a marószerszám átmérőjét és a javasolt vágósebességet, hogyan határozzuk meg a megengedett legnagyobb fordulatszámot?

$$n_{\max} = \frac{1000 \times v}{d \times \pi}$$

- $n_{\max}$ – főorsó legnagyobb fordulatszáma [f/min]
- v – javasolt vágósebesség [m/min]
- d – a marószerszám legnagyobb átmérője [mm]

3. feladat

Mekkora fordulatonkénti előtolást kell a marógépen beállítani, ha marószerszám adatai a következők?

- Egy fogra javasolt előtolás: 0,07 mm
- A marószerszám átmérője: 63 mm
- A marószerszám fogszáma: 7
- A beállított fordulatszám: 1200 f/perc

A fordulatonkénti előtolást az alábbi képlettel határozzuk meg:

$$f = f_z \times z$$

- f – egy szerszámfordulatra eső fordulatszám [mm]
- f_z – egy fogra eső előtolás [mm]
- z – a marószerszám fogszáma []

$$f = 0,07 \times 7 = 0,49 \text{ mm}$$

Tehát kerekítve 0,5 mm-es fordulatonkénti előtolást állítunk be a marógépen

MUNKANYAG

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Ambrusné dr. Alady Márta–dr. Árva János–dr. Jezsó László–dr. Nagy P. Sándor–dr. Pap András: Gyártási eljárások 59219 Műszaki Könyvkiadó 1998

Balázs Imre – Kádár István – Szilágyi László – Váradi András: Gyártástechnológia I.49930/1 Műszaki könyvkiadó, Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola

Frischerz–Skop Fémtechnológia 1 Alapismeretek 36001 /I B+V Lap– és Könyvkiadó

Dr. Márton Tibor–Plósz Antal–Vincze István: Anyag és Gyártásismeret. Képzőművészeti kiadó. 1998.

AJÁNLOTT IRODALOM

Fenyvessy Tibor–Fuchs Rudolf–Plósz Antal Műszaki táblázatok, Budapest, 2007

Dr. Márton Tibor–Plósz Antal–Vincze István: Anyag és Gyártásismeret. Képzőművészeti kiadó. 1998.

A(z) 0227–006 modul 035–es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 521 01 0000 00 00	Gépgyártástechnológiai technikus
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztorgályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámmélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
30 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató